



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

AUTOR: ARIAS PEREZ ANGEL XAVIER

**TEMA: “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL
BASTIDOR-CARENADO Y ACCESORIOS, DE UNA
MOTOCICLETA ELÉCTRICA PLEGABLE, PARA AYUDAR A LA
DESCONGESTIÓN VEHICULAR EN LA CIUDAD DE
LATACUNGA, USANDO SOFTWARE CAD-CAE, CON
MANUFACTURA ECUATORIANA”**

DIRECTOR: ING. MIGUEL CARVAJAL

CODIRECTOR: ING. STALIN MENA

LATACUNGA, AGOSTO 2014

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ****CERTIFICADO**

Ing. Miguel Carvajal (DIRECTOR)

Ing. Stalin Mena (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el proyecto titulado **“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL BASTIDOR-CARENADO Y ACCESORIOS, DE UNA MOTOCICLETA ELÉCTRICA PLEGABLE, PARA AYUDAR A LA DESCONGESTIÓN VEHICULAR EN LA CIUDAD DE LATACUNGA, USANDO SOFTWARE CAD-CAE, CON MANUFACTURA ECUATORIANA”**, realizado por el señor Angel Xavier Arias Perez, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple con normas estatutarias establecidas por la UNIVERSIDAD en el Reglamento de Estudiantes de la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que contribuirá a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, se recomienda su publicación.

El mencionado proyecto consta de un documento y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autorizo al señor:

Angel Xavier Arias Perez que lo entregue al Ing. JUAN CASTRO, en su calidad de Director de la Carrera.

Latacunga, Agosto del 2014.

Ing. Miguel Carvajal

DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Stalin Mena

CODIRECTOR DEL PROYECTO

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

YO: ANGEL XAVIER ARIAS PEREZ

DECLARO QUE:

El proyecto de grado titulado **“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL BASTIDOR-CARENADO Y ACCESORIOS, DE UNA MOTOCICLETA ELÉCTRICA PLEGABLE, PARA AYUDAR A LA DESCONGESTIÓN VEHICULAR EN LA CIUDAD DE LATACUNGA, USANDO SOFTWARE CAD-CAE, CON MANUFACTURA ECUATORIANA”** ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

Por medio de esta declaración, me responsabilizo del contenido y del alcance científico del proyecto de grado realizado

Latacunga, AGOSTO del 2014.

Angel Xavier Arias Perez

CC: 050345481-1

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo: Angel Xavier Arias Perez

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE la publicación en la biblioteca virtual de la Institución del proyecto titulado **“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL BASTIDOR-CARENADO Y ACCESORIOS, DE UNA MOTOCICLETA ELÉCTRICA PLEGABLE, PARA AYUDAR A LA DESCONGESTIÓN VEHICULAR EN LA CIUDAD DE LATACUNGA, USANDO SOFTWARE CAD-CAE, CON MANUFACTURA ECUATORIANA”** el contenido, ideas y el alcance científico están bajo mi responsabilidad y autoría.

Latacunga, Agosto del 2014.

Angel Xavier Arias Perez

CC: 050345481-1

DEDICATORIA

*A mi padre Angel Arias, por su apoyo incondicional,
sus sabios consejos y por el ejemplo de lucha
y perseverancia.*

*A mi madre, Aida Perez por todo su amor y cuidados brindados
por ese inmenso espíritu de bondad, sinceridad
y transparencia.*

*A mis hermanitas Madelyne y Gabriela por toda su ternura,
alegría e inocencia.*

*A mi novia Carolina Freire por su tiempo, amor
y todo su apoyo.*

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme estar en esta instancia de mi vida y por brindarme la fuerza para seguir siempre adelante

A mis padres por todas las enseñanzas, paciencia y por apoyarme hasta la culminación de mis estudios profesionales.

A mis abuelitos primos y tíos por todos los consejos impartidos desde niño y por su ejemplo como personas

A mis compañeros, John Tutillo y Jorge De La Cruz con quienes trabajé todo este tiempo para la culminación de este proyecto

A mis tutores, el Ingeniero Miguel Carvajal y el Ingeniero Stalin Mena por ser quienes me guiaron en este trabajo para poder cumplir los objetivos planteados de inicio.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
CERTIFICADO.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
CAPÍTULO 1.....	1
GENERALIDADES	1
1.1 TEMA.....	1
1.2 ANTECEDENTES	1
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.4 DESCRIPCIÓN RESUMIDA DEL PROYECTO	2
1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	3
1.6 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	4
1.6.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.7 METAS.....	5
1.8 HIPÓTESIS	5
1.9 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	5
CAPÍTULO 2.....	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1 MOTOS ELÉCTRICAS.....	7

2.1.1	VENTAJAS.....	7
2.1.2	DESVENTAJAS	8
2.2	GENERALIDADES Y COMPONENTES	8
2.2.1	BASTIDOR.....	8
2.2.2	PRINCIPALES TIPOS DE BASTIDOR	10
2.2.3	CHASÍS TUBULARES	10
2.2.3.1	CHASÍS DE VIGA	17
2.3	ACERO	28
2.3.1	SEGÚN ASTM	28
2.3.2	PERFILES DE ACERO ESTRUCTURAL.....	31
2.4	PROCESOS DE SOLDADURA.....	32
2.4.1	SOLDADURA MIG/MAG	32
2.4.2	SOLDADURA GMAW	33
2.4.3	SOLDADURA TIG.....	34
2.4.4	SOLDADURA MANUAL (MMA/SMAW)	35
2.4.4.1	ELECTRODO E7018	36
2.4.4.2	ELECTRODO E6011	37
	CAPÍTULO 3:.....	39
	CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS	39
3.1	CONCEPTOS BÁSICOS DE DISEÑO DE UNA MOTOCICLETA. 39	
3.1.1	DISTANCIA ENTRE EJES.....	40
3.1.2	AVANCE	43
3.1.3	LANZAMIENTO.....	46
3.1.4	CENTRO DE MASA (CDM).	47
3.1.5	CARENAJE	47
3.2	PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS	48
3.2.1	ALTERNATIVA 1: MOTO TIPO KAWASAKI 250.	48
3.2.2	ALTERNATIVA 2 : SUZUKI MARAUDER 125	50

3.2.3	ALTERNATIVA 3: YAMAHA DT 125.....	51
3.3	EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	53
3.4	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	55
CAPÍTULO 4.....		56
MODELACIÓN, SIMULACIÓN Y ANÁLISIS		56
4.1	PROCESO DE DISEÑO DE UN CHASÍS	56
4.2	DISEÑO MEDIANTE SOFTWARE AUTODESK INVENTOR.....	59
4.2.1	DISEÑO DEL CROQUIS DE LA ESTRUCTURA	59
4.2.2	SELECCIÓN DE PERFILES PARA EL BASTIDOR.....	60
4.2.3	ENSAMBLE DE LA MOTOCICLETA	72
4.3	MASA SUSPENDIDAS DELANTERAS Y TRASERAS	73
4.4	ASIGNACIÓN DEL MATERIAL.....	77
4.5	CÁLCULOS DE ESFUERZOS SOBRE LA MOTOCICLETA Y SIMULACIÓN EN ANSYS WORKBENCH	77
4.5.1	ESFUERZOS EN FRENADA MÁXIMA	78
4.5.2	ESFUERZOS EN ACELERACIÓN MÁXIMA.....	93
4.5.3	ESFUERZOS EN CURVA.....	103
CAPÍTULO 5.....		113
CONSTRUCCIÓN DEL BASTIDOR Y MONTAJE DE ELEMENTOS		113
5.1	CORTE, DOBLADO Y MAQUINADO DE LOS TUBOS	113
5.2	MONTAJE DEL BASTIDOR.....	115
5.3	IMPLEMENTACIÓN DE ACCESORIOS	117
CAPÍTULO 6.....		122
PROTOCOLO DE PRUEBAS		122
6.1	MODO DE FUNCIONAMIENTO	122
6.1.1	DEL SISTEMA ELÉCTRICO	123
6.1.2	DEL SISTEMA PLEGABLE.....	124
6.2	PRUEBAS	126

6.2.1	EN ESTADO ESTÁTICO.....	126
6.2.2	EN RUTA PARA EL SISTEMA DE TRACCIÓN.....	130
6.3	ANÁLISIS COMPARATIVO MOTOCICLETA ELÉCTRICA – GASOLINA.....	136
6.3.1	CONSUMO DE ENERGÍA	136
6.3.2	IMPACTO AMBIENTAL Y TRANSITO	138
6.3.3	ESTACIONAMIENTO	140
6.4	INTERPRETACIÓN Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS.	141
	CAPÍTULO 7.....	143
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	143
7.1	CONCLUSIONES	143
7.2	RECOMENDACIONES	145
	BIBLIOGRAFÍA.....	146
	NETGRAFÍA.	147
	ANEXOS.....	148

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Aceros astm	30
Tabla 2.2	Propiedades mecánicas - E7018	37
Tabla 2.3	Propiedades mecánicas – E6011	38
Tabla 3.1	Evaluación de alternativas	54
Tabla 4.1	Dimensiones del tubo estructural - DIPAC	60
Tabla 4.2	Dimensiones de los tubos empleados en el bastidor	61
Tabla 4.3	Peso de los elementos de la motocicleta	73
Tabla 4.4	Factores utilizados para determinar un factor de seguridad para materiales dúctiles	91
Tabla 4.5	Resultados del radio de curvatura y la fuerza centrífuga	104
Tabla 6.1	Parámetros de Motocicleta.....	128
Tabla 6.2	Parámetros de la Motocicleta.....	130
Tabla 6.3	Autonomía por fases	132
Tabla 6.4	Comprobación de autonomía en ruta, fase 2	133
Tabla 6.5	Velocidad de la motocicleta en ruta	136
Tabla 6.6	Precios oficiales y octanaje de combustibles	137
Tabla 6.7	Precios oficiales kilowatio hora	137
Tabla 6.8	Limite de Emisiones para motocicletas	138

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Partes del chasis	9
Figura 2.2	Chasis de simple cuna típico en scooters	11
Figura 2.3	Harley-Davidson y scooter goes.....	12
Figura 2.4	Harley-Davidson	13
Figura 2.5	Scooter Goes.....	13
Figura 2.6	Chasis de doble cuna.....	14
Figura 2.7	Chasis multitubular sin triangulación	15
Figura 2.8	Chasis multitubular triangulado	16
Figura 2.9	Ducati monster	16
Figura 2.10	Esquema de chasis de viga NSU sin y con basculante.....	18
Figura 2.11	Chasis de la Ariel Leader	18
Figura 2.12	Chasis de espina central de la norton commando.....	20
Figura 2.13	Cobas gp de principios de los 80.....	20
Figura 2.14	Chasis Yamaha R1 2009	21
Figura 2.15	Chasis con motor estructural de las motocicletas Vincent	22
Figura 2.16	Bmw hp2 sport boxer con motor estructural	23
Figura 2.17	Ducati gp09	24
Figura 2.18	Honda NR 500, con chasis monocasco	25
Figura 2.19	Chasis ciclomotor de tipo abierto	25
Figura 2.20	Chasis de scooter tubular.....	27
Figura 2.21	Chasis de scooter de chapa.....	27
Figura 2.22	Suelda MIG	33
Figura 2.23	Suelda TIG	35
Figura 2.24	Suelda SMAW	36
Figura 3.1	Distancia entre ejes	41
Figura 3.2	Distancia entre ejes	42
Figura 3.3	Avance teórico.....	43

Figura 3.4	Avance real	44
Figura 3.5	Ángulo de deriva.....	45
Figura 3.6	Lanzamiento.....	46
Figura 3.7	Carenaje antiguo	47
Figura 3.8	Carenaje actual	48
Figura 3.9	Kawasaki 250	48
Figura 3.10	Chasis doble viga.....	49
Figura 3.11	Suzuki marauder 125	50
Figura 3.12	Chasis de simple cuna	51
Figura 3.13	Chasis de simple cuna	52
Figura 4.1	Modelo CAD - Custom.....	56
Figura 4.2	Modelo CAD chasis.....	58
Figura 4.3	Análisis mediante MEF.....	58
Figura 4.4	Croquis del bastidor.....	59
Figura 4.5	Tubo de unión con la suspensión.....	62
Figura 4.6	Tubo superior del mecanismo de plegado.....	62
Figura 4.7	Tubo inferior del mecanismo de plegado.....	63
Figura 4.8	Tubo base del mecanismo de plegado.....	63
Figura 4.9	Tubo delantero de soporte para el piloto	64
Figura 4.10	Tubo que forma la cuna simple	64
Figura 4.11	Tubo soporte del bastidor	65
Figura 4.12	Tubo soporte de batería	65
Figura 4.13	Tubo soporte de motor y transmisión	66
Figura 4.14	Tubo de soporte secundario para el piloto	66
Figura 4.15	Tubo trasero de soporte para piloto.....	67
Figura 4.16	Tubo de soporte para copiloto	67
Figura 4.17	Tubo de soporte para copiloto y suspensión	68
Figura 4.18	Tubo de unión con la suspensión	68

Figura 4.19	Tubo de soporte trasero para batería	69
Figura 4.20	Tubo de soporte para copiloto y batería	69
Figura 4.21	Tubo de unión al espaldar	70
Figura 4.22	Tubo espaldar de copiloto	70
Figura 4.23	Tubo de unión para el espaldar	71
Figura 4.24	Bastidor	71
Figura 4.25	Ensamble de sistemas	72
Figura 4.26	Distribución de cargas	74
Figura 4.27	Cotas básicas	78
Figura 4.28	Fuerzas por frenada	78
Figura 4.29	Fuerzas durante la frenada	81
Figura 4.30	Restricción durante la frenada.....	82
Figura 4.31	Malla del chasis.....	83
Figura 4.32	Análisis de esfuerzos.....	84
Figura 4.33	Análisis de esfuerzo máximo	85
Figura 4.34	Deformación en el eje x por prueba de frenada	86
Figura 4.35	Longitud - espaldar del bastidor	87
Figura 4.36	Deformación en el eje y por prueba de frenada	88
Figura 4.37	Longitud – tubo de unión a la suspensión	89
Figura 4.38	Factor de seguridad por prueba de frenada	90
Figura 4.39	Factor de seguridad mínimo por prueba de frenada.....	92
Figura 4.40	Fuerzas por aceleración	93
Figura 4.41	Fuerzas durante la aceleración	95
Figura 4.42	Esfuerzos por aceleración	96
Figura 4.43	Esfuerzo máximo por aceleración	97
Figura 4.44	Deformación por aceleración en el eje x	98
Figura 4.45	Longitud - tubo cuna simple	99
Figura 4.46	Deformación por aceleración en el eje y	100

Figura 4.47	Factor de seguridad por prueba de aceleración	102
Figura 4.48	Fuerzas generadas en una curva	103
Figura 4.49	Ubicación de fuerzas en una curva	105
Figura 4.50	Esfuerzos en una curva.....	106
Figura 4.51	Esfuerzo máximo durante una curva	107
Figura 4.52	Deformación en el eje x durante una curva	108
Figura 4.53	Longitud – elemento que sujeta el basculante	109
Figura 4.54	Deformación en el eje z durante una curva	110
Figura 4.55	Longitud - tubo de soporte de batería.....	111
Figura 4.56	Factor de seguridad en la prueba de curvatura.....	112
Figura 5.1	Herramienta para corte de tubos.....	113
Figura 5.2	Corte tubo frontal del bastidor	113
Figura 5.3	Biselado de platinas	114
Figura 5.4	Tubo frontal del bastidor doblado	114
Figura 5.5	Unión de bases de batería	115
Figura 5.6	Bastidor instalado el mecanismo de plegado	116
Figura 5.7	Bastidor con suspensión y dirección	117
Figura 5.8	Luces frontales	118
Figura 5.9	Luces traseras.....	118
Figura 5.10	Velocímetro	119
Figura 5.11	Voltímetro	119
Figura 5.12	Bocina	120
Figura 5.13	Retrovisor	120
Figura 5.14	Distancia de ejes	121
Figura 6.1	Ubicación de los elementos del sistema eléctrico motriz.....	124
Figura 6.2	Interfaz principal APP	125
Figura 6.3	Ubicación de los elementos del plegado	126
Figura 6.4	Longitud de la motocicleta.....	127

Figura 6.5	Peso de la motocicleta	127
Figura 6.6	Sonómetro activado.....	128
Figura 6.7	Ángulo de lanzamiento	129
Figura 6.8	Pruebas en los patios de la institución	132
Figura 6.9	Voltaje vs tiempo	134
Figura 6.10	Voltaje vs velocidad.....	134
Figura 6.11	Prueba en las calles de Latacunga.....	135
Figura 6.12	Espacio de aparcamiento en Latacunga	140
Figura 6.13	Estacionamiento de la motocicleta	141
Figura 6.14	Protocolo de prueba	142

RESUMEN

Al ser el Ecuador un país en desarrollo depende de cada uno de nosotros aportar en algo para la mejora y el crecimiento de la patria en donde vivimos, y qué mejor si lo hacemos mediante la investigación y la tecnología. Los habitantes del Ecuador somos tan capaces como los de cualquier país tecnológicamente desarrollado pero si no intentamos y fallamos en el intento, nunca lograremos salir de esta monotonía de esperar que construyan algo para adquirirlo. ¿Por qué no ser nosotros quienes los construimos y ellos quienes lo adquieren?. Es así como se ha desarrollado este proyecto para incentivar la construcción de motocicletas eléctricas en el país, siendo ésta una necesidad latente en la actualidad, con la cual se pretende reducir niveles de contaminación ambiental y sonora, además diseñar un medio de transporte económico que reduzca la congestión vehicular y promueva la creación de un nuevo sistema de aparcamiento gracias al sistema de plegado que la motocicleta dispondrá. Este diseño se llevó a cabo con el propósito de que la estructura soporte las cargas existentes en la motocicleta. Además, las cargas se analizaron mediante las herramientas de diseño computacional, planteándonos como hipótesis los peores casos a los que se sometió el diseño. Esto, con el fin de garantizar la creación de un bastidor con altos parámetros de diseño

Palabras clave:

Ingeniería automotriz / vehículos monoplaza – diseño y construcción / motocicletas eléctricas plegables / Accesorios para vehículos monoplaza.

ABSTRACT

As the Ecuador a developing country depends on each of us contribute something to the improvement and growth of the country where we live, and what better if we do through research and technology. The people of Ecuador are as capable as any technologically developed country but if you try and fail in the attempt, we will never get out of this monotony hopefully build something to acquire it. Why not be the ones who build and those who acquire them ?. Is that how you developed this project to encourage the construction of electric motorcycles in the country, this being a latent need today, with which it aims to reduce levels of air and noise pollution also design an economical transport that reduces traffic congestion and promote the creation of a new parking system thanks to the folding bikes available. This design was conducted in order to support the structure in existing motorcycle loads. Furthermore, the loads were analyzed by computational design tools, by posing as a worst case scenario to the design submitted. This in order to ensure the creation of a frame with high design parameters

Keywords:

Automotive Engineering / car vehicles - Design and construction / folding electric motorcycles / Car accessories for vehicles.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 TEMA

Diseño, construcción e implementación del bastidor de una motocicleta eléctrica plegable, para ayudar a la descongestión vehicular en la ciudad de Latacunga.

1.2 ANTECEDENTES

La manera en la que ha aumentado el parque automotor en la ciudad de Latacunga es enorme dando esto como resultado el aumento de tráfico vehicular en ciertas horas

Asimismo, esta presencia vehicular en la ciudad ha ocasionado mayor contaminación para el medio ambiente ocasionando así otros problemas para la sociedad.

Del mismo modo la tecnología automotriz está avanzando constantemente en base a los requerimientos de la humanidad, para lograr solucionar sus necesidades.

Exigiendo a la ingeniería automotriz innovar alternativas que se adapten de la mejor manera a las circunstancias de una sociedad, empleando sistemas tecnológicos de tipo eléctrico para en un futuro poder reemplazar el tan conocido motor de combustión, tomando en cuenta que el petróleo está cada vez más cerca de agotarse.

Esperando vehículos menos contaminantes, que ocupen menor espacio, y sean más económicos estén en circulación muy pronto para aporte de la sociedad.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi, se ha determinado un gran índice de contaminación vehicular existente debido principalmente a la inexistencia de un control de emisiones en la revisión vehicular de la provincia, un exuberante crecimiento del parque automotor, la falta de conciencia ciudadana al usar vehículos que emanan gran cantidad de contaminantes, vehículos en condiciones de reparación que circulan por las calles, la falta de mantenimiento vehicular debidamente oportuno , no usar en lo posible otras formas de transporte alternativo para movilizarse dentro de la ciudad; dando todo esto como resultado los siguientes efectos adversos en la salud de las personas y que afectan el desarrollo de las actividades cotidianas y de comercio dentro de la ciudad: enfermedades pulmonares, empeoramiento de enfermedades cardíacas, el incremento de los síntomas del asma, episodios de tos, resuellos , estrechez del pecho, el deterioro estético de los entornos naturales y artificiales presentes en la ciudad reduciendo así la afluencia de turistas a la misma y con esto afectando significativamente a la economía de la ciudad.

1.4 DESCRIPCIÓN RESUMIDA DEL PROYECTO

Gran cantidad de proyectos que proponen motocicletas impulsadas por motores eléctricos están siendo desarrollados en la actualidad en países avanzados tecnológicamente.

Teniendo como propósito disminuir el gran índice de contaminación en la ciudad de Latacunga y poder reducir la congestión vehicular, se propondrá un proyecto de elaboración de una motocicleta eléctrica plegable, que con gran facilidad se adaptará a las necesidades de un transporte urbano ágil y eficaz para la ciudadanía.

Esta motocicleta buscará promover su uso, al ser un transporte alternativo que no produce emisiones contaminantes, brindará mucha facilidad a la hora de conducirla y gran fluidez cuando la congestión está presente a ciertas horas en la ciudad, y aun mejor cuando el costo de mantenimiento es muy accesible.

Sistemas con tecnología de calidad que faciliten el manejo de la motocicleta y brinden seguridad al conductor serán implementados en la misma.

1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El presente proyecto surge por la necesidad de reducir los altos niveles de contaminación en la ciudad de Latacunga y para proponer un medio de transporte alternativo no contaminante capaz de brindar movilización de gran fluidez en horas donde la congestión vehicular en la ciudad es alta.

La motocicleta eléctrica plegable con gran proyección futurista busca poder adaptarse perfectamente a las necesidades de transporte de personas que desean una forma propia de movilización sumamente económica y que a su vez les permita evitar las muy comunes congestiones dentro de la ciudad para poder emplear el tiempo ganado en sus respectivas actividades laborales o de su preferencia .

La investigación para el desarrollo del proyecto elevará la imagen de la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE ya que la tendencia de usar motores eléctricos en vehículos para un transporte no contaminante ubica el proyecto en la vanguardia de la tecnología automotriz

1.6 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.6.1 OBJETIVO GENERAL

- Construir el bastidor de una motocicleta eléctrica plegable, con manufactura ecuatoriana, para ayudar a la descongestión vehicular en la ciudad de Latacunga

1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fundamentar teóricamente temas relacionados con motocicletas eléctricas plegables.
- Diagnosticar los problemas del medio ambiente y tránsito existentes en la ciudad de Latacunga y la necesidad de disponer motocicletas eléctricas plegables.
- Diseñar y calcular el espacio de los componentes dentro de la motocicleta
- Implementar el bastidor, carrocería y accesorios de la motocicleta
- Identificar ventajas y desventajas de los tipos de bastidores.
- Seleccionar el bastidor apropiado para la motocicleta eléctrica.
- Conocer los conceptos necesarios para diseñar un bastidor.
- Modelar el bastidor mediante software CAD-CAE para posterior ensamble con los demás sistemas de la motocicleta
- Simular los esfuerzos a los que será sometido el bastidor a diferentes pruebas de manejo mediante el software ANSYS Workbench.

- Construir una motocicleta eléctrica plegable para mejorar el sistema de aparcamiento existente en la ciudad de Latacunga
- Validar el proyecto con personas que conocen del tema

1.7 METAS

- Elaboración de un diseño previo del chasis para la posterior realización de pruebas utilizando software CAD-CAE
- Diseñar un chasis confiable que soporte todas las cargas existentes en la motocicleta durante diversas circunstancias de manejo
- Realizar un dimensionamiento apropiado del chasis para colocar todos los elementos de la motocicleta
- Ensamblaje del chasis con los componentes motrices y demás sistemas de la motocicleta
- Dar a conocer una alternativa de transporte no contaminante a la ciudadanía de Latacunga que sea capaz de brindarles una mejor calidad de vida.

1.8 HIPÓTESIS

El diseño, construcción e implementación del bastidor-carenado y accesorios, de una motocicleta eléctrica plegable usando software CAD-CAE ayudará a la descongestión vehicular en la ciudad de Latacunga.

1.9 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Para nuestro proyecto de investigación de tesis se aplicará las variables como son: variables independientes y variables dependientes.

Variable Independiente

Construcción del bastidor, carrocería y demás accesorios de la motocicleta eléctrica plegable

Variable Dependiente

Descongestión vehicular en la ciudad de Latacunga

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 MOTOS ELÉCTRICAS

Una motocicleta o scooter eléctrica es una motocicleta que utiliza un motor eléctrico como medio de propulsión.

2.1.1 VENTAJAS

- No es contaminante y además es silenciosa, para todas las personas que se preocupan por el medio ambiente, estas motos son la respuesta.
- No emite ningún tipo de gases, reduciendo la huella que se deja de carbono.
- Ahorra dinero en el seguro, debido a que las aseguradoras les interesa asegurar motos eléctricas porque al tener un límite de velocidad, se presentan menos accidentes y la seguridad en la conducción es mayor. Es por ello que esto supondrá un ahorro considerable al contratar un seguro de moto.
- Ahorra dinero en el consumo de combustible, es una gran ventaja para la economía
- Ahorra en el mantenimiento, hasta los costes de mantenimiento disminuyen, esto se debe a que la motocicleta eléctrica es muy sencilla, tiene menos probabilidades de averías y se revisan menos (por ejemplo en los cambios regulares de filtro de aire, el refrigerante, el filtro de aceite, el aceite del motor, la revisión de bujías, entre otros).

- Ahorra en el impuesto de matriculación, las motocicletas eléctricas están exentas del impuesto de matriculación o tienen un descuento.

2.1.2 DESVENTAJAS

- El precio de salida en el mercado aún es muy costoso y no es asequible para todos los presupuestos.
- Tienen una aceleración lenta en comparación con las de motor de explosión (las motos tradicionales).
- Velocidad limitada.
- Los puntos de recarga no son fáciles de encontrar.
- El tiempo de duración para recargar la batería varía entre 2 a 8 horas.

2.2 GENERALIDADES Y COMPONENTES

2.2.1 BASTIDOR

El chasis o bastidor de la motocicleta es la estructura que integra entre sí y sujeta tanto los componentes mecánicos, como el grupo moto-propulsor y la suspensión de las ruedas, incluyendo la carrocería si fuera el caso.

Aporta rigidez y forma a la motocicleta. Además sostiene varias partes mecánicas como el motor, la suspensión, el sistema de escape y el sistema de dirección. El chasis es considerado como el componente más significativo de una motocicleta, aportándole fortaleza y estabilidad en diferentes condiciones.

El chasis, que puede ser simple, de doble cuna, multitubular, de chapa estampada, doble viga, monocasco, etc. suele construirse preferentemente en acero o aluminio, en casos más raros en magnesio, carbono o titanio. Más

adelante se abordará con profundidad estos temas. La estructura general de un chasis, independientemente de su tipo, es invariable en todas las motocicletas

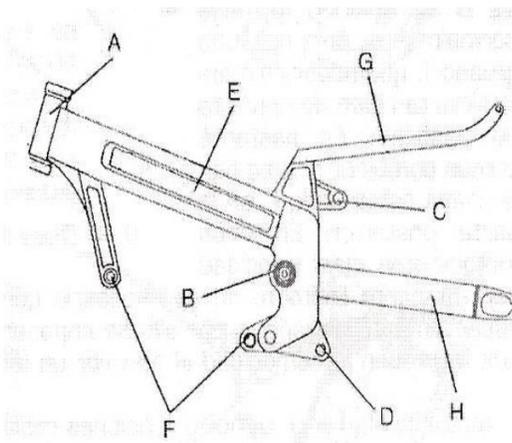


Figura 2.1 Partes del chasis

Fuente: (Patxi Vergara, 2011)

Si se fija en la figura 2.1, por una parte se tiene la zona de anclaje de la suspensión delantera “A”, que al ser esta habitualmente una horquilla telescópica, es un eje que se denomina “pipa de dirección”. Por la propia estructura de la horquilla este punto se sitúa en la parte delantera, en la parte más alta del chasis. El otro punto de anclaje de la suspensión suele ser el eje del basculante “B”, que debe combinarse con un soporte para el o los amortiguadores traseros “C”, e incluso los anclajes de las bieletas de la suspensión trasera “D”, si es que éstas existen. Estas dos zonas están sometidas a grandes esfuerzos, por lo que conviene que sean lo suficientemente rígidas.

Por otro lado el chasis debe unir ambos anclajes con una estructura “E”, y aquí es donde aparece la variedad. Los distintos tipos pueden realizarlo con tubos, chapas, vigas gruesas, etc. Pudiendo ser éstos igualmente los empleados para los anclajes.

Otros elementos que debe tener el chasis son los anclajes para el motor "F", lo suficientemente resistentes como para que no les afecte ni el peso ni las vibraciones de dicho motor. El motor es ocasionalmente parte de la estructura del chasis ya que, debido a su gran resistencia, puede realizar funciones portantes, permitiendo que el chasis sea más ligero.

También hay que sujetar al piloto mediante la estructura "G" (normalmente conocida como subchasis) y a los diferentes elementos accesorios como el depósito de la gasolina y la carrocería en general. Si se incluye el basculante trasero "H" como un elemento del chasis, hay que señalar que esta pieza está sometida a unos grandes esfuerzos y que debe ser muy resistente. En otros tiempos no se realizaban los basculantes siguiendo esta línea, pero con el tiempo han sido uno de los elementos que más se ha dimensionado.

La rigidez y geometría del chasis son vitales para su estabilidad. Normalmente la rigidez necesaria va en función de la potencia del motor y las características dinámicas.

2.2.2 PRINCIPALES TIPOS DE BASTIDOR

2.2.3 CHASÍS TUBULARES

Se dice del tipo de chasis basado en la soldadura o unión con pegamentos de alta resistencia de tubos de acero o aluminio que forman una red de largueros y travesaños alrededor del motor de la moto.

VENTAJAS

Las ventajas de este chasis son, una extraordinaria rigidez con un bajo índice de peso en función del material que se emplea ya sea acero al cromo molibdeno o aluminio (actualmente).

Dependiendo de la cantidad de tubos que partan de la pipa hacia el motor, existen varios tipos de chasis tubulares:

CHASÍS DE SIMPLE CUNA

Posiblemente el primer modelo de chasis utilizado en las motocicletas, copiado directamente de las bicicletas a las que se les acoplaba en sus orígenes un pequeño motor.

Estos chasis suelen ser de acero pavonado. Forma una cuna por debajo del motor hasta la pipa de dirección junto con otro pequeño chasis estilo espina central que cierra por la parte de arriba para dar mayor rigidez al conjunto como se puede ver en la figura 2.2

Son chasis de baja rigidez estructural por lo cual suelen ser montados en motocicletas de baja potencia, scooters, custom, o que no necesiten de altas prestaciones para ser utilizadas.



Figura 2.2 Chasis de simple cuna típico en scooters

Fuente: (Patxi Vergara, 2011)

Fuera de los scooters (los chasis de scooters se analizarán con más detenimiento más adelante) lo normal es que otro tubo una, de manera más o menos horizontal, la zona del sillín con la pipa de dirección, así puede sostener el depósito de gasolina y aportar más rigidez a la estructura como se muestra en la figura 2.3



Figura 2.3 Harley-Davidson y scooter goes

Fuente: (Patxi Vergara, 2011)

Los extremos inferiores del tubo frontal y del tubo del sillín están separados y conectados de forma rígida por una cuna que abraza el motor. Los tubos que forman la cuna se extienden hacia atrás hasta llegar a las orejetas que soportaban el eje de la rueda trasera. Además los chasis de este tipo pueden ser completos, o interrumpir su sección inferior utilizando el motor como elemento resistente como se observa en la figura 2.4. Otra opción es la formación de una cuna que se desdoble a la altura del motor como se puede ver en la figura 2.5

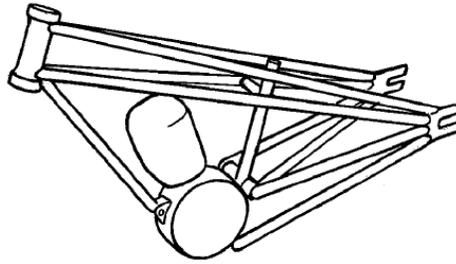


Figura 2.4 Harley-Davidson
Fuente: (Patxi Vergara, 2011)

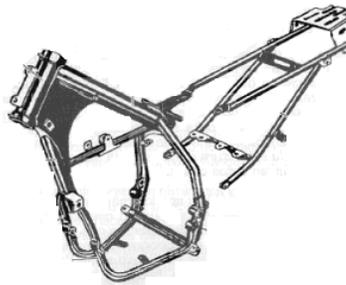


Figura 2.5 Scooter Goes
Fuente: (Patxi Vergara, 2011)

En la actualidad las motocicletas que tienen un chasis de cuna simple son o bien interrumpidos o doblados. En estos casos se dispone de una sección reforzada en la pipa de dirección y un tubo descendente hacia la parte anterior del motor. Al llegar a éste, el tubo se desdobra, o se corta.

CHASÍS DE DOBLE CUNA.

Concebido como una evolución del chasis de cuna simple como se muestra en la figura 2.6, en el que los tubos de la cuna continuaban hacia arriba, hasta llegar a la pipa de dirección, mientras que por detrás también enlazaban con las orejetas de la rueda trasera. Tanto los chasis de cuna simple como los de doble cuna alojaban motores monocilíndricos, con el cilindro montado en posición vertical, la cuna abrazaba el cárter que solía ser estrecho y muy bajo. Los

motores que contaban con un cárter más ancho tenían que montarse más elevados, lo que redundaba en un centro de gravedad más alto.



Figura 2.6 Chasis de doble cuna

Fuente: (Patxi Vergara, 2011)

MODELADO, ANÁLISIS Y SIMULACIÓN DE UN CHASÍS DE MOTOCICLETA

Los bastidores de doble cuna son más rígidos que los de cuna simple por estar cerrado, formando una estructura más sólida, y sujetando la moto por sus laterales. En las ocasiones en las que el motor es muy grande, y el chasis dificulte la extracción de aquél, aparecen elementos desmontables, en los que las uniones estarán atornilladas, en lugar de soldadas. Los chasis de doble cuna han sido los más habituales, por lo que existen muchas variantes que se pueden diferenciar en pocos detalles de las aquí descritas, ya sea una sección rectangular o cuadrada, o modelos en los que la situación de los tubos varíe con respecto a las que se han comentado anteriormente.

Existe otra clasificación posible para los chasis tubulares, dependiendo de la geometría que tengan los tubos entre sí, bien sea triangulada o no:

MULTITUBULAR CONVENCIONAL (SIN TRIANGULACIÓN)

En la figura 2.7 se observa este tipo de bastidor que es muy común, sin embargo, no es de los mejores en lo que eficiencia estructural se refiere. Consiste en un conjunto de tubos de medio tamaño, doblados alrededor del motor para conectar la pipa de dirección con el eje del basculante. El diámetro del tubo suele ser demasiado pequeño para conseguir ganar rigidez a flexión y a torsión, no consiguiendo una triangulación significativa.

De esta manera muchos de estos chasis son relativamente flexibles y obtienen un buen comportamiento en carretera gracias a la rigidez que les proporciona el motor al que se atornillan. Este diseño queda determinado fundamentalmente por la disponibilidad de espacio, y por consideraciones de moda o estilo

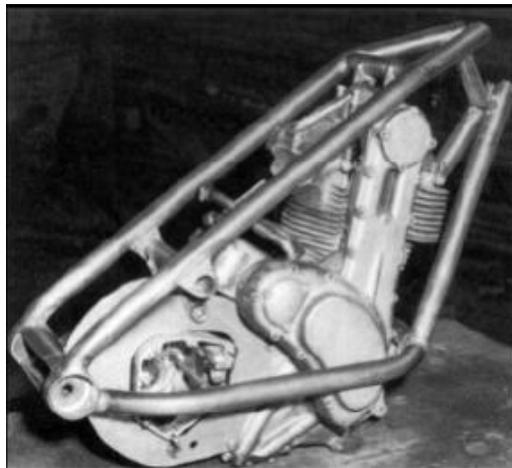


Figura 2.7 Chasis multitubular sin triangulación

Fuente: (Patxi Vergara, 2011)

CHASÍS TUBULARES CON TRIANGULACIÓN

A pesar de que este tipo de bastidor que se observa en la figura 2.8 puede conseguir una eficiencia estructural muy elevada, no es apenas utilizado por los fabricantes de mayor relevancia, probablemente debido a la forma y el tamaño de los motores con más difusión, que requieren una estructura ancha y compleja. Sin embargo, hay algunos ejemplos de marcas, como Ducati, que muestran una devoción histórica por este tipo de chasis como se observa en la figura 2.9



Figura 2.8 Chasis multitubular triangulado

Fuente: (Patxi Vergara, 2011)



Figura 2.9 Ducati monster

Fuente: (Patxi Vergara, 2011)

El uso de tubos largos de pequeño diámetro puede suponer un problema, ya que el motor los puede hacer entrar en resonancia, la solución a esto suele ser hacer los tubos más cortos, o aumentar su diámetro, elevando de esa manera la frecuencia natural de los tubos.

2.2.3.1 CHASÍS DE VIGA

El chasis de viga que se observa en la figura 2.10 se enfrenta de otra manera al problema que supone lograr una resistencia apropiada a torsión y a flexión. Consiste en usar una viga (de sección circular o con otro tipo de geometría) de gran diámetro, en comparación con los tubulares, como pieza principal del chasis, de tal forma que se puede obtener un diseño con alto grado de rigidez y con gran ligereza, de manera simple. Suponiendo que el tubo tenga la sección necesaria, éste no tiene por qué ser circular, a pesar de que es una manera sencilla de lograr que el chasis tenga una buena rigidez torsional. De esta forma, cuando la firma NSU popularizó este tipo de diseño en los primeros años 50 durante el boom de los ciclomotores, la viga del chasis estaba hecha con dos mitades estampadas y soldadas posteriormente.

Una viga plana no puede conectar directamente la pipa de dirección con el eje de la rueda trasera, de tal manera que la viga se bifurcaba en la parte trasera, dejando espacio para la rueda. La sección abierta que se quedaba en el interior se cerraba soldando una chapa doblada con un perfil de “U”, restaurando la rigidez. Destacar que NSU no sólo utilizó este diseño para ciclomotores, sino que también realizó algunos modelos de carreras con esta clase de chasis, alcanzando cierto éxito en las categorías de 125 y 250 cc.

Usar un basculante trasero elimina la necesidad de bifurcar la parte trasera de la viga, ya que con este tipo de suspensión, es el eje del basculante y no el de la rueda el que debe de estar unido de manera rígida con la pipa de dirección.

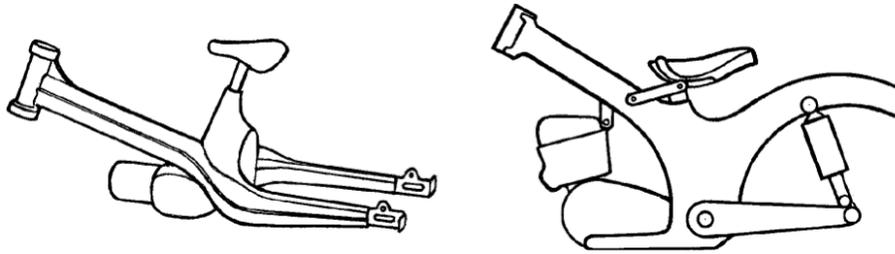


Figura 2.10 Esquema de chasis de viga NSU sin y con basculante

Fuente: (Patxi Vergara, 2011)

Debido a la sección transversal grande de modelos como la Ariel Leader de la figura 2.11, se aprovechaba el interior para albergar en el interior de la viga el depósito de combustible. El chasis de éste modelo fue uno de los más rígidos de este tipo, con un comportamiento sobresaliente en competición.

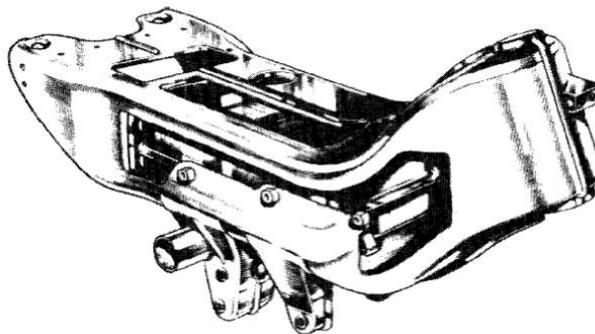


Figura 2.11 Chasis de la Ariel Leader

Fuente: (Patxi Vergara, 2011)

La distancia entre el extremo de la espina central y el eje del basculante se hace aún más grande al montar un motor alto y voluminoso, por ejemplo un bicilíndrico de cerca de un litro. Un diseño que fue utilizado por varios fabricantes consistió en salvar este espacio atornillando dos placas de aleación

ligera de aluminio al tubo principal. Sin embargo, esta solución no tenía mucho sentido, ya que, dependiendo del diseño, se podía llegar a perder la rigidez torsional que proporcionaba el tubo principal. Ante este contratiempo, surgieron dos soluciones: Usar un par de triángulos compuestos por tubos que se extendieran desde el extremo de la espina hasta los lados del eje del basculante. O, si se empleaba un motor de grandes dimensiones, dividir la viga en dos, de tal forma que las vigas rodearan al motor. Esta última solución proporcionó las bases para los llamados chasis de doble viga, que comenzaron a hacerse populares a principios de los años 80.

Tras este breve repaso de la evolución de los chasis de viga, se clasifican a continuación las clases de chasis que existen de este tipo, atendiendo al número de vigas que tenga:

CHASÍS MONOVIGA

Como se puede ver en la figura 2.12 aquí se engloban diferentes chasis que usan elementos de gran sección para conseguir rigidez ante cargas de torsión y flexión. Las vigas también se pueden combinar por triangulación para obtener un diseño más práctico.

El más importante de los chasis monoviga es el de espina central, dotado de una gran eficiencia estructural, pero en el que pueden surgir dificultades si se quiere dotar a la motocicleta de un motor voluminoso. La Norton Commando utilizaba un chasis de este tipo, sacrificando parte de su rigidez potencial por que el basculante pivotaba en el motor sujetado mediante gomas.

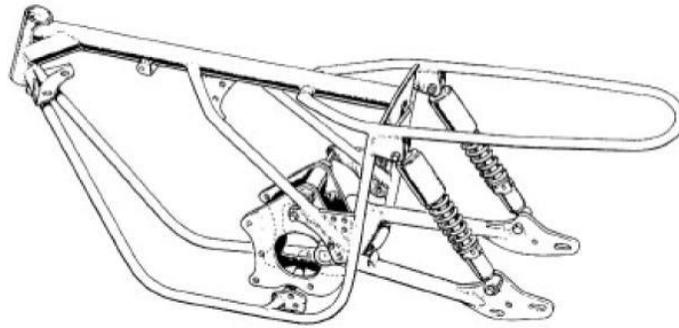


Figura 2.12 Chasis de espina central de la norton commando

Fuente: (Patxi Vergara, 2011)

CHASÍS DE DOBLE VIGA

Este bastidor de la figura 2.13 fue diseñado por el ingeniero y constructor español, “el genio” Antonio Cobas, supuso una revolución que hoy en día es usada para las motocicletas deportivas más potentes y de competición, así como muchas motos de trial y motocross

El diseño consiste en dos vigas, normalmente de Aluminio, situadas a ambos lados del motor, uniendo la pipa de dirección con el alojamiento del eje del basculante.

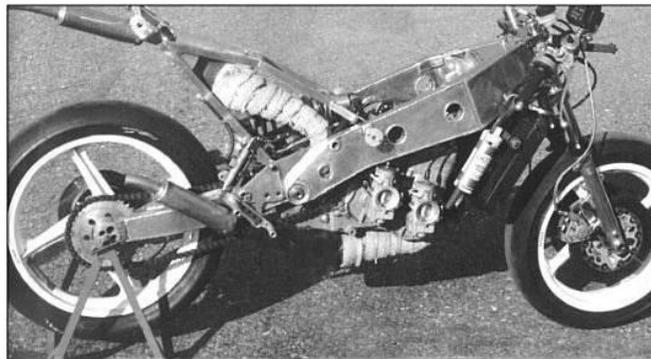


Figura 2.13 Cobas gp de principios de los 80

Fuente: (Patxi Vergara, 2011)

Desde el punto de vista estructural, el chasis de doble viga no es especialmente bueno, e incluso utilizando Aluminio, no es un diseño que dé lugar a un chasis demasiado ligero, sin embargo, muy pocos chasis de producción en serie se han hecho teniendo como prioridad fundamental la eficiencia estructural. Además los motores modernos de gran capacidad y los voluminosos “airbox” que llevan asociados, hacen que éste tipo de chasis sea ideal por las ventajas que ofrece en cuanto a espacio. Especialmente en competición, esta clase de chasis permite un acceso mucho más fácil para trabajar en el motor, en particular para acceder a carburadores o bujías.

Eliminar los tubos que rodeaban el motor por debajo y delante, libera un espacio, muy útil para los sistemas de refrigeración y escape como se puede ver en la figura 2.14



Figura 2.14 Chasis Yamaha R1 2009

Fuente: (Patxi Vergara, 2011)

CHASÍS CON MOTOR ESTRUCTURAL

Este tipo de chasis que se puede observar en la figura 2.15 abarca todos aquellos chasis tubulares o de viga que obtengan la rigidez necesaria gracias al uso del motor con fines estructurales, aunque esto redundaría en un motor más

reforzado que pueda aguantar los superiores esfuerzos a los que se verá sometido y consecuentemente tendrá un peso superior o una tecnología en sus materiales más avanzada y consecuentemente más cara.

Esta forma de construir una motocicleta es la más adecuada si el motor es grande, y se basa en utilizar la rigidez del motor para conectar la pipa de dirección con el eje del basculante. Si se aloja éste en la parte trasera de la fundición de la caja de cambios, sólo será precisa una pequeña estructura para unir la pipa a la zona superior de la motocicleta.

Un ejemplo de este tipo de bastidores, son las motocicletas Vincent, tras la Segunda Guerra Mundial (1939-1945). Éstas contaban con motores de dos cilindros en V, así como un chasis de espina central de chapa soldada (el cual servía además para alojar en su interior un depósito de aceite de 3,5 litros de capacidad). El chasis estaba atornillado a la pipa de dirección y a las dos culatas de los cilindros del motor. El basculante trasero estaba triangulado y su eje pivotaba detrás de la caja de cambios, mientras que los amortiguadores estaban anclados en la parte trasera de la espina.



Figura 2.15 Chasis con motor estructural de las motocicletas Vincent

Fuente: (Patxi Vergara, 2011)

Los modelos actuales de BMW con motor bóxer como se ve en la figura 2.16, son un ejemplo de lo que se puede lograr cuando el conjunto motriz se diseña desde el principio para actuar también como la estructura principal de la motocicleta.



Figura 2.16 Bmw hp2 sport boxer con motor estructural

Fuente: (Patxi Vergara, 2011)

El bloque motor y la caja de cambios componen un conjunto muy rígido que forma un puente entre ambas ruedas. En la parte trasera el alojamiento del eje del basculante está completamente integrado en la fundición de la caja de cambios. En la parte delantera existe una pequeña estructura que soporta la falsa pipa de dirección, mientras que el brazo con forma de “A” de la suspensión está anclado directamente al motor. En algunos aspectos, el empleo del telever, que difiere del clásico sistema de suspensión delantero por horquilla telescópica, en el tren delantero ha hecho que este tipo de construcción sea mucho más sencilla, ya que las cargas que viajan hacia atrás desde la suspensión de la rueda delantera se reparten alrededor de un área mayor, de forma que las cargas localizadas son menores.

Hoy en día se puede ver como este tipo de chasis se está usando en la competición al máximo nivel, en el Campeonato del Mundo de Velocidad, en la

categoría reina, Moto GP, el equipo Ducati lo emplea en su moto desde 2003 como se observa en la figura 2.17



Figura 2.17 Ducati gp09

Fuente: (Patxi Vergara, 2011)

CHASÍS MONOCASCO

Este término se empezó a utilizar para describir a los aviones que contaban con una capa exterior de chapa de aluminio que tenía función estructural. Del mismo modo, una motocicleta tendrá chasis monocasco si el carenado de la misma es también un elemento que proporciona rigidez al conjunto como se puede ver en la figura 2.18. Sin embargo, una motocicleta es mucho menos adecuada para esta clase de construcción, debido a su forma irregular y a la necesidad de practicar numerosos cortes. Muchas motos conocidas como monocascos, realmente estarían mucho mejor definidas si se dijera que tienen chasis de espina central. La original Honda NR 500 de competición fue una excepción, con un carenado que era parte estructural de la motocicleta



Figura 2.18 Honda NR 500, con chasis monocasco

Fuente: (Patxi Vergara, 2011)

CHASÍS DE SCOOTERS

Se ha reservado un capítulo aparte para los ciclomotores y scooters por su especial configuración y por haber distintos tipos de chasis, o variaciones de los mismos, de los vistos anteriormente que son aplicables a este tipo de motocicletas.

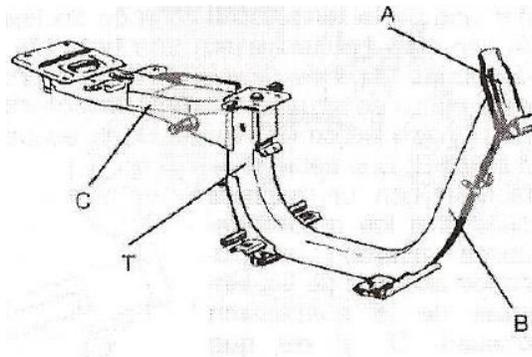


Figura 2.19 Chasis ciclomotor de tipo abierto

Fuente: (Patxi Vergara, 2011)

Actualmente la estructura de estas motocicletas es bastante general, en la figura 2.19 se muestra un chasis de ciclomotor de tipo abierto donde se siguen unas pautas marcadas, que parecen de momento inamovibles. La pipa de dirección "A" está situada relativamente baja, normalmente a la altura del sillín. La estructura del chasis "B" es abierta, formada normalmente por un tubo grueso T, que ocasionalmente sirve también de depósito de gasolina. Es frecuente combinar el tubo con la chapa estampada "C" en la parte posterior.

En las motocicletas cuya velocidad está bastante limitada, no es necesario que la rigidez del chasis sea especialmente elevada, y por ello se imponen las estructuras abiertas, que favorecen la comodidad al permitir un fácil acceso. El motor suele tener también funciones resistentes, ya que la transmisión secundaria y la rueda, o bien están integradas en el propio propulsor, o lo están por medio de un basculante igualmente anclado a él. De este modo, el chasis sólo debe soportar la suspensión delantera "D" y al piloto, quedando el resto de las funciones en manos del motor. El material empleado es casi siempre el acero.

En este caso, las diferencias entre las motos tipo scooter y el resto son tan evidentes, que se comprende la necesidad de un chasis con algunas peculiaridades. Durante bastante tiempo, la chapa estampada ha sido el material más común para la realización de los chasis de los scooters, sobre todo porque los más vendidos y conocidos, las Vespa así lo tenían como se puede ver en la figura 2.20. Actualmente la chapa está desapareciendo frente a los bastidores realizados en tubo de acero, como el que aparece en la figura 2.21. La estructura de chapa tiene la ventaja de adoptar en un solo elemento el chasis y la carrocería.

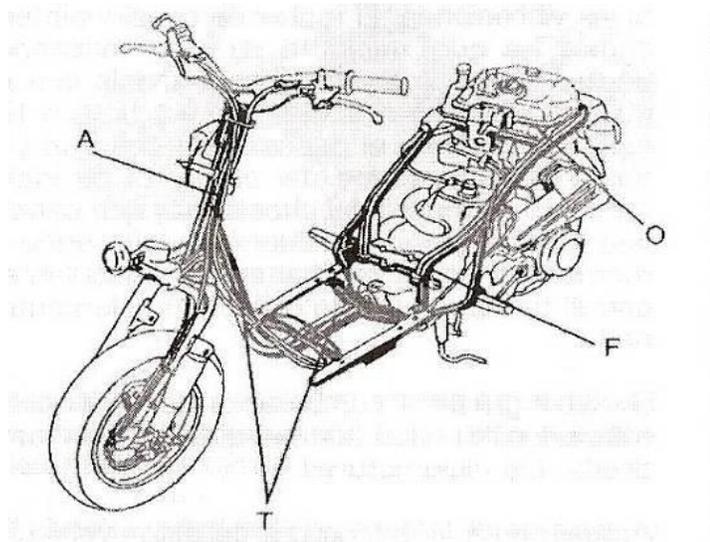


Figura 2.20 Chasis de scooter tubular

Fuente: (Patxi Vergara, 2011)

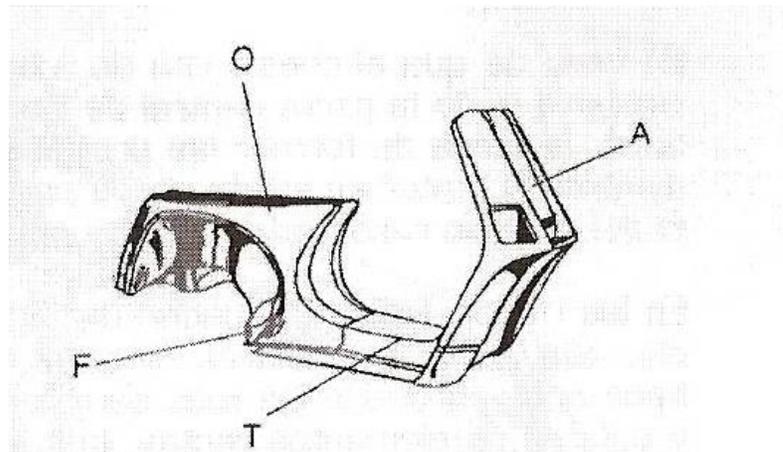


Figura 2.21 Chasis de scooter de chapa

Fuente: (Patxi Vergara, 2011)

Los scooters se distinguen entre otras cosas por la existencia de unas amplias superficies de protección en la parte delantera y en la inferior, que en los bastidores de chapa forman parte del chasis, ayudando a aumentar su rigidez. En caso de que el chasis sea de tubos “T”, éstos siguen una trayectoria similar a la de la parte central de los de chapa, dejando a paneles plásticos, la

tarea de formar las protecciones, que por tanto son independientes. El motor se sujeta por la parte inferior del chasis "F", justo debajo del espacio reservado a los ocupantes.

La estructura de los scooters, en las que el motor integra también la rueda trasera, hace que el chasis, al igual que se vió en los ciclomotores, sólo deba soportar la pipa de dirección "A", y a los ocupantes "O". Debido a las ruedas de pequeño diámetro, la suspensión delantera suele ser diferente a la horquilla que se instala en la mayoría de las motos, y la pipa de dirección "A" suele sustituirse por un alojamiento más amplio donde se instala una columna de mayor longitud.

2.3 ACERO

El término acero sirve comúnmente para denominar, en ingeniería metalúrgica, a una aleación de hierro con una cantidad de carbono variable entre el 0,03 % y el 1,075 % en peso de su composición, dependiendo del grado. Si la aleación posee una concentración de carbono mayor al 2,0 % se producen fundiciones que, en oposición al acero, son mucho más frágiles y no es posible forjarlas sino que deben ser moldeadas.

Existe una gran variedad en la forma de identificar y clasificar a los aceros. Sin embargo, la mayoría de los aceros utilizados industrialmente presentan una designación normalizada expresada por medio de cifras, letras y signos. Hay dos tipos de designaciones para cada tipo de material, una simbólica y otra numérica.

2.3.1 SEGÚN ASTM

La norma ASTM (American Society for Testing and Materials) no especifica la composición directamente, sino que más bien determina la aplicación o su

ámbito de empleo. Por tanto, no existe una relación directa y biunívoca con las normas de composición.

El esquema general que esta norma emplea para la designación de los aceros es:

YXX

Donde, Y es la primera letra de la norma que indica el grupo de aplicación según la siguiente lista:

A: si se trata de especificaciones para aceros;

B: especificaciones para no ferrosos;

C: especificaciones para hormigón, estructuras civiles;

D: especificaciones para químicos, así como para aceites, pinturas, etc.

E: si se trata de métodos de ensayos;

Ejemplos:

A36: especificación para aceros estructurales al carbono;

A285: especificación para aceros al carbono de baja e intermedia resistencia para uso en planchas de recipientes a presión;

A325: especificación para pernos estructurales de acero con tratamiento térmico y una resistencia a la tracción mínima de 120/105 ksi;

A514: especificación para planchas aleadas de acero templadas y revenidas con alta resistencia a la tracción, adecuadas para soldar;

A continuación se adjunta una tabla con las características de los aceros que son más comunes, según esta norma:

Tabla 2.1 Aceros astm

Clasificación de los aceros, según ASTM	Límite elástico		Tensión de rotura	
	Ksi	MPa	Ksi	Mpa
ASTM A36	36	250	58-80	400-550
ASTM A53 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A106 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A131 Gr A, B, CS, D, DS, E	34	235	58-71	400-490
ASTM A139 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A381 Grado Y35	35	240	>60	>415
ASTM A500 Grado A	33	228	>45	>310
Grado B	42	290	>58	>400
ASTM A501	36	250	>58	>400
ASTM A516 Grado 55	30	205	55-75	380-515
Grado 60	32	220	60-80	415-550
ASTM A524 Grado I	35	240	60-85	415-586
Grado II	30	205	55-80	380-550
ASTM A529	42	290	60-85	415-550
ASTM A570 Grado 30	30	205	>49	>340
Grado 33	33	230	>52	>360
Grado 36	36	250	>53	>365
Grado 40	40	275	>55	>380
Grado 45	45	310	>60	>415
Grado 50	50	345	>65	>450
ASTM A709 Grado 36	36	250	58-80	400-550
API 5L Grado B	35	240	60	415
Grado X42	42	290	60	415

Fuente: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn101.html#seccion12>

2.3.2 PERFILES DE ACERO ESTRUCTURAL

El Perfil de acero estructural varia en su tamaño, composición, fuerza, almacenamiento, etc. y está regulado en los países más industrializados, sus nombres varían en América y Europa.

Los tipos de perfil de acero estructural más comunes son:

- **Perfil HEB**

Es un perfil muy usado en construcción, se utiliza para columnas, pilotes, vigas, refuerzo y otros usos de gran resistencia.

- **Perfil tipo U o Canal**

El perfil tipo U o canal como su nombre lo indica es en forma de canal o C, se utiliza para vigas y columnas que se unen y sueldan, en usos de rendimiento medio.

- **Perfil angular o ángulos**

Puede ser de lados iguales o desiguales, se utiliza en dinteles, columnas, vigas de rendimiento, estructuras secundarias.

- **Tubo de Acero circular**

La tubería hueca circular de acero se utiliza preferiblemente para diseños puntuales sometidos a esfuerzos de flexión y tracción.

- **Tubo de acero cuadrado sección hueca**

Estas secciones cuadradas o rectangulares se utilizan con mayor frecuencia como columnas, pero también puede ser utilizado como vigas, abrazaderas y en otros usos.

- **Placas de acero estructural**

Se trata de piezas planas de acero estructural, cortadas a medida. En general tienen entre 1/8" a 6" de espesor. Se utiliza en bases de columnas, vigas y columnas hechas a medida, piezas de conexión (es decir, las placas de refuerzo, placas de soldadura, etc.), así como cualquier otra aplicación donde el tamaño no es estándar y son medidas muy específicas.

- **Perfiles de Corte**

Normalmente son las secciones de ala ancha de un perfil HEB o IPE, que se cortan por la mitad para formar una sección "T". Se utiliza para dinteles, vigas, tirantes y columnas.

2.4 PROCESOS DE SOLDADURA

2.4.1 SOLDADURA MIG/MAG

La soldadura MIG/MAG que se muestra en la figura 2.22 es un proceso de soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible, el arco se produce mediante un electrodo formado por un hilo continuo y las piezas a unir, quedando este protegido de la atmósfera circundante por un gas inerte (soldadura MIG) o por un gas activo (soldadura MAG).

La soldadura MIG/MAG es un proceso versátil, pudiendo depositar el metal a una gran velocidad y en todas las posiciones, este procedimiento es muy utilizado en espesores pequeños y medios en estructuras de acero y aleaciones de aluminio, especialmente donde se requiere un gran trabajo manual.

La soldadura por gas inerte de metal (MIG) utiliza un electrodo de metal que sirve como material de relleno para la soldadura y se consume durante la soldadura.

El argón es también el gas primario utilizado en la soldadura MIG, a menudo mezclado con dióxido de carbono.

La soldadura MIG fue desarrollada para metales no ferrosos, pero se puede aplicar al acero.

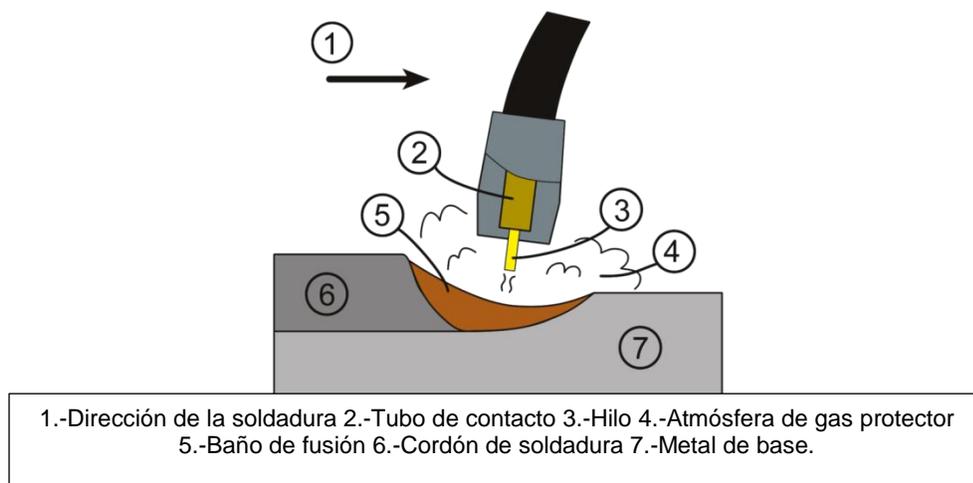


Figura 2.22 Suelda MIG

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura_MIG/MAG

2.4.2 SOLDADURA GMAW

La soldadura MAG (gas metal arc welding) es un tipo de soldadura que utiliza un gas protector químicamente activo (dióxido de carbono, argón más dióxido de carbono o argón más oxígeno). El material de aporte tiene forma de varilla muy larga y es suministrado continuamente y de manera automática por el equipo de soldadura.

Se utiliza básicamente para aceros no aleados o de baja aleación. No se puede usar para soldar aceros inoxidable ni aluminio o aleaciones de aluminio.

Es similar a la soldadura MIG (soldadura por arco con gas inerte), se distinguen en el gas protector que emplean. Es más barata que la soldadura MIG debido al menor precio del gas que utiliza.

2.4.3 SOLDADURA TIG

La soldadura TIG (del inglés tungsten inert gas) o soldadura GTAW que se muestra en la figura 2.23 (del inglés gas tungsten arc welding), se caracteriza por el empleo de un electrodo permanente de tungsteno, aleado a veces con torio o circonio en porcentajes no superiores a un 2%. Dada la elevada resistencia a la temperatura del tungsteno (funde a 3410 °C), acompañada de la protección del gas, la punta del electrodo apenas se desgasta tras un uso prolongado. Los gases más utilizados para la protección del arco en esta soldadura son el argón y el helio, o mezclas de ambos.

La gran ventaja de este método de soldadura es, básicamente, la obtención de cordones más resistentes, más dúctiles y menos sensibles a la corrosión que en el resto de procedimientos, ya que el gas protector impide el contacto entre el oxígeno de la atmósfera y el baño de fusión. Además, dicho gas simplifica notablemente la soldadura de metales ferrosos y no ferrosos, por no requerir el empleo de desoxidantes, con las deformaciones o inclusiones de escoria que pueden implicar. Otra ventaja de la soldadura por arco en atmósfera inerte es la que permite obtener soldaduras limpias y uniformes debido a la escasez de humos y proyecciones; la movilidad del gas que rodea al arco transparente permite al soldador ver claramente lo que está haciendo en todo momento, lo que repercute favorablemente en la calidad de la soldadura. El cordón obtenido es por tanto de un buen acabado superficial, que puede mejorarse con sencillas operaciones de acabado, lo que incide favorablemente en los costes de producción. Además, la deformación que se produce en las inmediaciones del cordón de soldadura es menor.

Como inconvenientes está la necesidad de proporcionar un flujo continuo de gas, con la subsiguiente instalación de tuberías, bombonas, etc., y el encarecimiento que supone. Además, este método de soldadura requiere una mano de obra muy especializada, lo que también aumenta los costes. Por tanto,

no es uno de los métodos más utilizados sino que se reserva para uniones con necesidades especiales de acabado superficial y precisión.

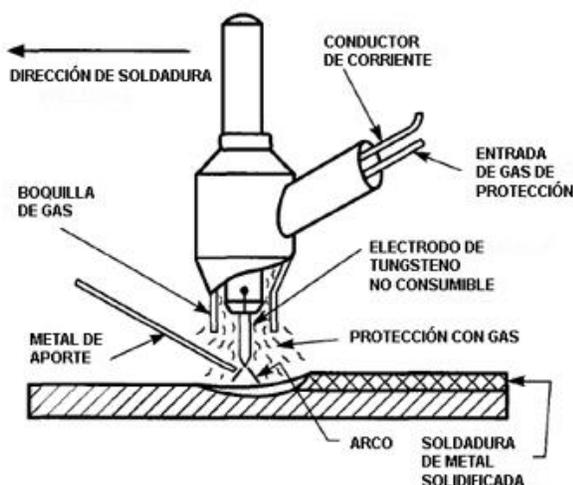


Figura 2.23 Sueda TIG

Fuente:http://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura_MIG/MAG

2.4.4 SOLDADURA MANUAL (MMA/SMAW)

La Soldadura Manual con Electrodo revestido mostrada en la figura 2.24 es la más antigua y versátil de los distintos procesos de soldadura por arco.

El arco eléctrico se mantiene entre el final del electrodo revestido y la pieza a soldar. Cuando el metal se funde, las gotas del electrodo se transfieren a través del arco al baño del metal fundido, protegiéndose de la atmósfera por los gases producidos en la descomposición del revestimiento. La escoria fundida flota en la parte superior del baño de soldadura, desde donde protege al metal depositado de la atmósfera durante el proceso de solidificación. La escoria debe eliminarse después de cada pasada de soldadura. Se fabrican cientos de tipos diferentes de electrodos, a menudo conteniendo aleaciones que proporcionan resistencia, dureza y ductilidad a la soldadura. El proceso, se utiliza

principalmente para aleaciones ferrosas para unir estructuras de acero, en construcción naval y en general en trabajos de fabricación metálica. A pesar de ser un proceso relativamente lento, debido a los cambios del electrodo y a tener que eliminar la escoria, aún sigue siendo una de las técnicas más flexibles y se utiliza con ventaja en zonas de difícil acceso.

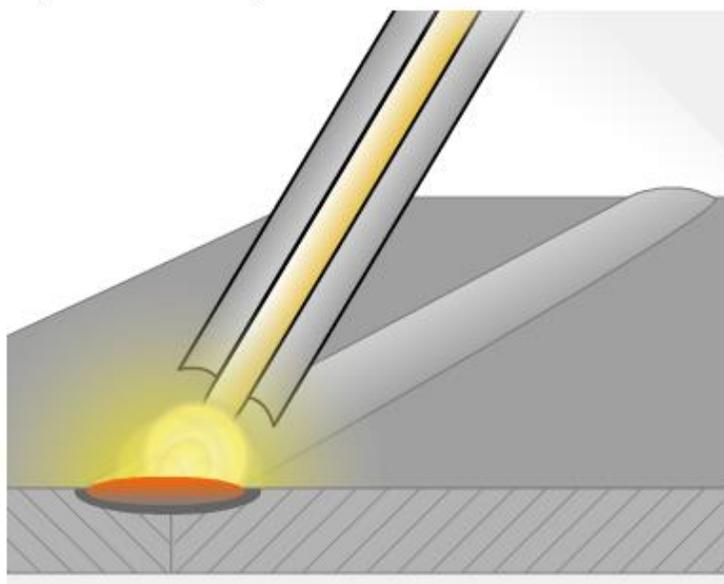


Figura 2.24 Solda SMAW

Fuente: <http://www.esab.es/es/sp/education/proceso-mma-smaw.cfm>

2.4.4.1 ELECTRODO E7018

CARACTERÍSTICAS SOBRESALIENTES

El WIZ 18 S es un electrodo cuyo revestimiento es de tipo básico, bajo hidrógeno, para ser utilizado con corriente directa, polaridad positiva (+) o con corriente alterna (78 OCV mínimo). Debido al polvo de hierro, tiene una alta tasa de deposición y bajas pérdidas por salpicaduras. Su extremo de arco grafitizado le da un excelente encendido. El depósito de soldadura da una excelente calidad radiográfica.

APLICACIONES TÍPICAS

Se utiliza para soldaduras de acero al carbono de hasta 70.000 $\frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}$ de resistencia a la tensión, en aplicaciones en estructuras, tuberías y tanques a presión, calderas, vagones de ferrocarril, etc.

RECOMENDACIONES PARA SU APLICACIÓN

Al soldar se debe mantener un arco corto, evitando movimientos bruscos del electrodo. Al usar corriente alterna, el transformador debe tener por lo menos 78V en vacío. En posiciones diferentes a la planta deben utilizarse electrodos de 5/32" (4mm) o de menor diámetro.

PROPIEDADES MECÁNICAS TÍPICAS DEL METAL DEPOSITADO

Tabla 2.2 Propiedades mecánicas - E7018

Resistencia a la tracción	51 - 59Kg/mm (72 - 84 Ksi)
Limite de fluencia:	43 - 51Kg/mm (62 - 72 Ksi)
Elongación:	4 - 36%
Resistencia al impacto Charpy en V a -29°C: 70 joules.	

Fuente: <http://www.weldingcutting.com/pdf/CELAC6011.pdf>

2.4.4.2 ELECTRODO E6011

CARACTERÍSTICAS SOBRESALIENTES

Este electrodo se caracteriza por su operación suave, manteniendo muy buena penetración debido a su revestimiento celulósico. Presenta bajas pérdidas por chisporroteo. Su calidad radiográfica es superior al grado 2 de la especificación AWS A.5.1

APLICACIONES TÍPICAS

Se emplea para soldar todo tipo de aceros de bajo carbono en tuberías, estructuras, construcciones navales, recipientes a presión, etc., especialmente en pases de penetración cuando no se utiliza platina de respaldo y en filetes en donde no se dispone de equipos rectificadores. También se usa con corriente directa cuando se requiere obtener la mayor suavidad y el mínimo de chisporroteo característicos del electrodo.

RECOMENDACIONES PARA SU APLICACIÓN

Trabaja con corriente alterna y continua, electrodo positivo (+). Electrodo con diámetro hasta 4.8 mm (3/16") operan en todas las posiciones. Lleve un arco de mediana longitud.

PROPIEDADES MECÁNICAS TÍPICAS DEL METAL DEPOSITADO

Tabla 2.3 Propiedades mecánicas – E6011

Resistencia a la tracción	44.3 - 52Kg/mm (63 - 74 Ksi)
Limite de fluencia:	36.6 - 42Kg/mm (52 - 60 Ksi)
Elongación:	22 a 35%
Resistencia al impacto Charpy en V a -29°C: 27 - 100 joules.	

Fuente: <http://www.weldingcutting.com/pdf/CELAC6011.pdf>

CAPÍTULO 3:

CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS

3.1 CONCEPTOS BÁSICOS DE DISEÑO DE UNA MOTOCICLETA

Cuando se realiza un proyecto de este tipo, normalmente se parte de un papel en blanco y se diseñan todos y cada uno de los elementos para ese diseño. Se partirá de un papel en blanco pero se tiene que incorporar en el diseño elementos que no han sido diseñados para esta moto y esto en algunas ocasiones complica el diseño de los elementos.

Hay que tener en cuenta la importancia de las geometrías de la motocicleta. Generalmente no es posible hablar de un solo aspecto de la geometría de una moto. Cada aspecto de la geometría interacciona con los otros y es, precisamente, la combinación de todo esto lo realmente importante. En este apartado se va a analizar cada parámetro. Dependiendo del uso que se le vaya a dar a una motocicleta hay ciertos parámetros que deben variar.

Estos parámetros son los siguientes:

- Distancia entre ejes
- Lanzamiento
- Avance
- Centro de gravedad
- Carenado

3.1.1 DISTANCIA ENTRE EJES

La figura 3.1 muestra la distancia entre ejes, y es la longitud que hay entre el eje de la rueda delantera y el eje de la rueda trasera. Es un parámetro que influye a la hora de dar estabilidad a una motocicleta, una distancia entre ejes larga implica muy buena estabilidad en línea recta y una distancia entre ejes corta implica buena estabilidad en curva. Aquí es donde se comenzará a comprometerse con los parámetros más adecuados para el diseño.

Hay dos elementos que son decisivos a la hora de establecer la distancia entre ejes, uno sería la suspensión y el otro elemento es el motor, en este caso se incluye también el CVT como un elemento muy importante a tomar en cuenta a la hora de determinar la distancia entre ejes.

La distancia entre eje influye mucho en la maniobrabilidad de la moto. Cuando una moto 125cc tiene una distancia entre ejes elevada su carácter pasa a ser como el de una moto de 250cc (en cuanto a maniobrabilidad, claro) y se pierde agilidad y ésta no se recupera aunque se utilicen cotas más agresivas, es decir, cerrar el lanzamiento y acortar el avance. En este caso la distancia entre ejes mínima dependerá del prototipo de chasis que se seleccione más adelante para el diseño.

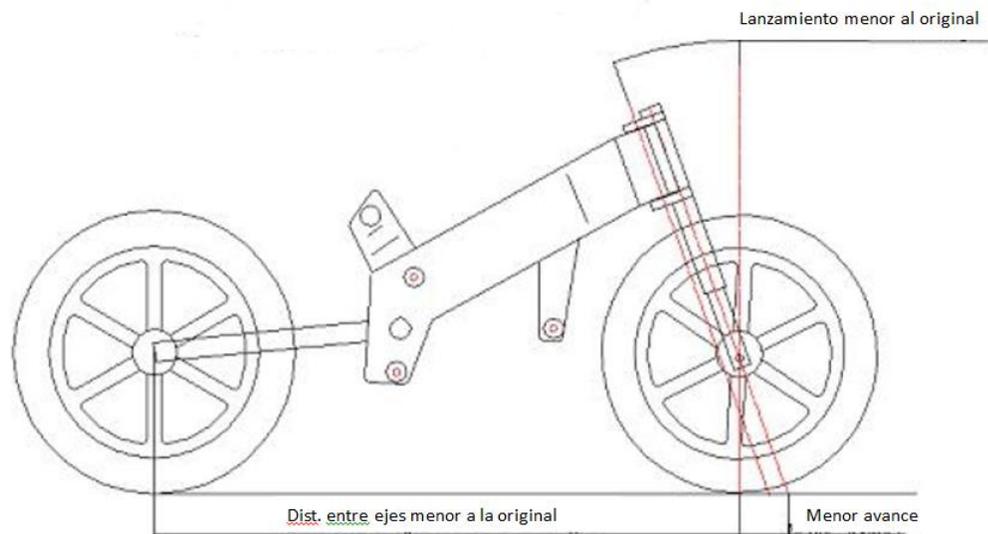


Figura 3.1 Distancia entre ejes
FUENTE: (Cano Corbalán, 2013)

La distancia entre los ejes de las ruedas tiene diversos efectos, pero en general, cuanto mayor es esta distancia mayor es la estabilidad direccional y mayor el esfuerzo necesario para las curvas.

Existen dos razones principales para esto.

1) Ángulo de giro requerido

La figura 3.2 muestra cómo, para una curva dada, una motocicleta con una gran distancia entre ejes necesita girar más la rueda delantera hacia el interior de la curva.

Consecuentemente es necesario un mayor esfuerzo para las curvas; también, una determinada flexión de la rueda delantera (por ejemplo debido a los baches) tendría un efecto menor en la estabilidad direccional.

Una consideración práctica en el caso de las motos de trial es que, para un nivel máximo de giro del manillar debido a los topes de dirección, el círculo de

giro mínimo es menor con una distancia entre ejes corta. Por este motivo, las motos de trial tienen distancias entre ejes más cortas.

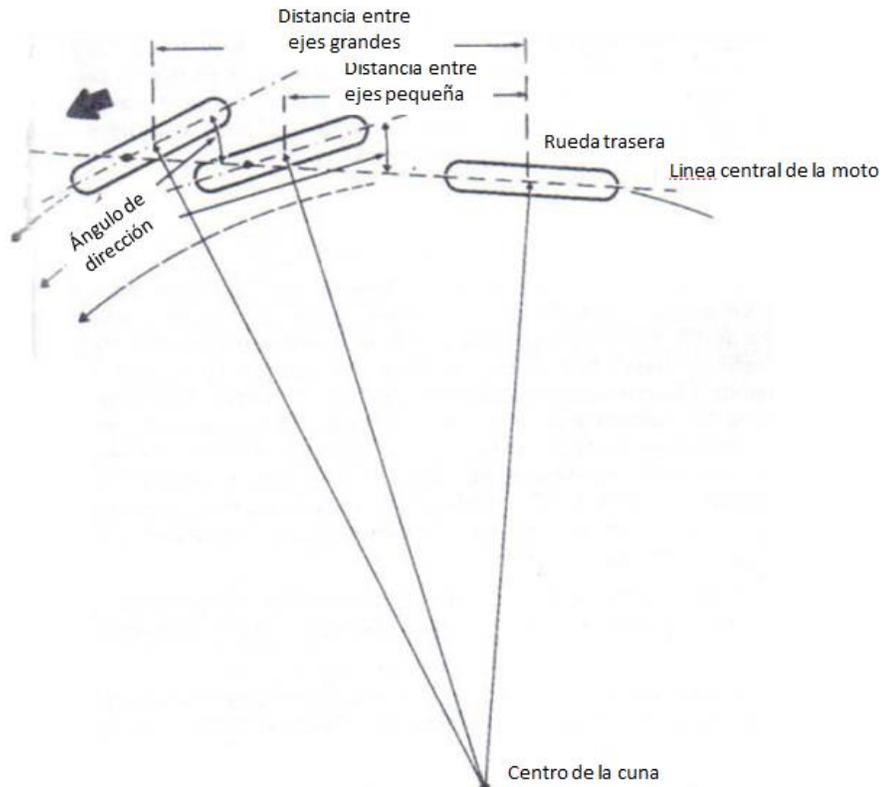


Figura 3.2 Distancia entre ejes

FUENTE: (Foale, T, 2003)

Para un radio de curva dado, una distancia entre ejes mayor necesita un ángulo de giro mayor. Este diagrama muestra esto para un sistema de giro basado en Ackerman, pero se pueden aplicar consideraciones similares a casos más reales con ángulos de deriva reales.

2) Efectos de inercia

La distancia entre ejes tiene un efecto sobre la transferencia de peso que tiene lugar durante la frenada y la aceleración. Para una altura dada del centro de gravedad, cuanto mayor sea la distancia entre ejes, menor será la transferencia de peso. También, los momentos de inercia de los planos de cabeceo y guiñada se incrementarán, lo cual hará que la moto sea más estable y perezosa.

3.1.2 AVANCE

La figura 3.3 muestra el avance que es la distancia horizontal entre el punto de contacto del neumático con el suelo y la extensión de la línea dibujada por la pipa de dirección hasta el suelo.

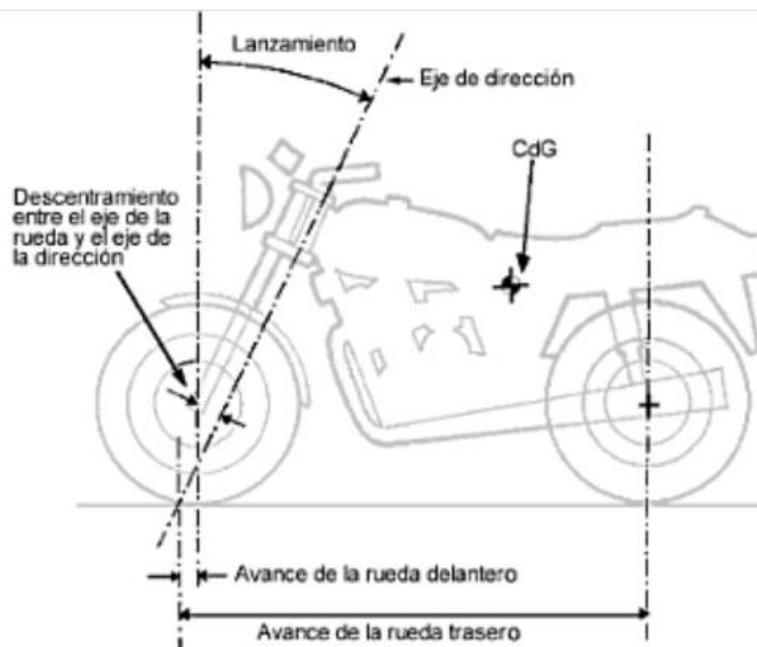


Figura 3.3 Avance teórico

FUENTE: (Foale, T, 2003)

La rueda delantera y la rueda trasera tienen sus propios valores de avance. El descentramiento existente entre el eje de la rueda y el eje de dirección se mide en ángulo recto con respecto a este último.

El CdG es el centro de gravedad, para casi todos los propósitos interesa el centro de gravedad combinado de la moto y el piloto.

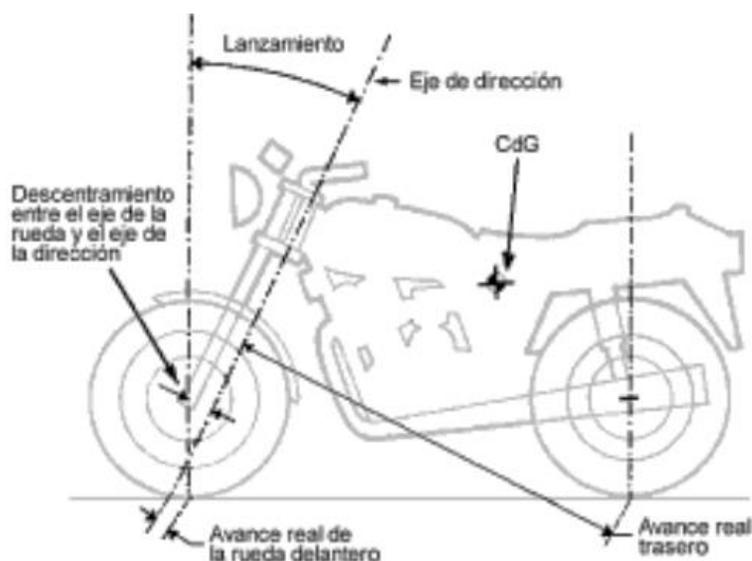


Figura 3.4 Avance real

FUENTE: (Foale, T, 2003)

En la figura 3.4 se muestra el avance real que se mide en ángulo recto con respecto al eje de dirección. El avance real se reduce con respecto al avance en el suelo multiplicándolo por el coseno del ángulo de lanzamiento. Para un ángulo de lanzamiento típico es aproximadamente el 90%. Se puede compararlo con el avance en el suelo que se muestra en la figura 3.3.

La función principal del avance es proporcionar una cierta estabilidad direccional, y también es de gran importancia en el inicio de la fase de inclinación de la moto al tomar una curva. Se puede ver que tanto el neumático delantero como el trasero tocan el suelo por detrás del punto donde el eje de

dirección lo hace, y esto provoca un efecto de auto centrado en ambas ruedas. La distancia que existe entre el eje de dirección y el centro de la huella del neumático, medida a ras de suelo, es lo que se conoce habitualmente como avance.

De todas formas, sería más lógico medir la distancia que existe entre la huella de contacto del neumático y el eje de dirección en ángulo recto con respecto a ese eje. Gracias a esta distancia cualquier fuerza que se genere en el neumático crea un momento alrededor del eje de dirección. Para distinguir entre estas dos definiciones de avance, cuando sea necesario, se sugiere que se les llame avance en el suelo y avance real. El avance real es aproximadamente el 90 % del avance en el suelo para motocicletas con un ángulo de lanzamiento normal, y es igual al avance en el suelo cuando se tiene un lanzamiento de cero grados.

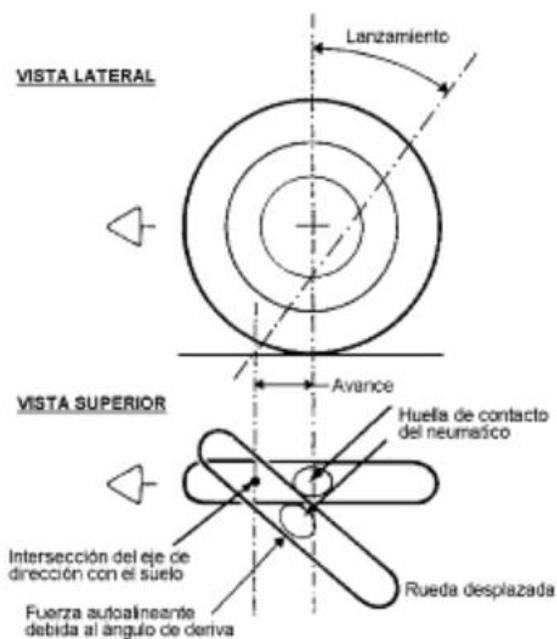


Figura 3.5 Ángulo de deriva

FUENTE: (Foale, T, 2003)

El avance positivo y la fuerza lateral debida al ángulo de deriva que se muestra en la figura 3.5 se combinan para producir un momento alrededor del eje de dirección que tiende a poner la rueda recta otra vez.

Esto proporciona un cierto grado de estabilidad en línea recta.

3.1.3 LANZAMIENTO

El lanzamiento mostrado en la figura 3.6 es el ángulo hacia atrás que tiene el eje de dirección con respecto a la vertical.

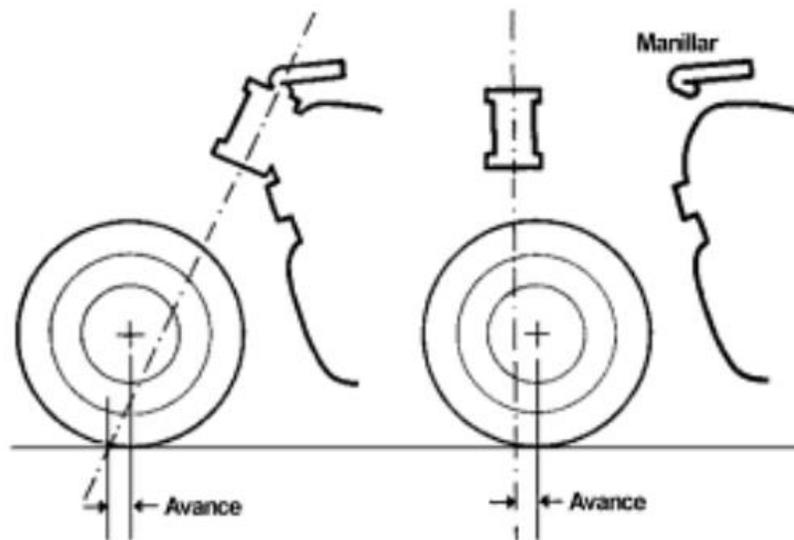


Figura 3.6 Lanzamiento

FUENTE: (Foale, T, 2003)

Con una pipa de dirección convencional, resulta conveniente tener un lanzamiento normal (izquierda) por facilidad de construcción del chasis y para conseguir un montaje directo del manillar. Para un mismo avance, una pipa de dirección vertical (derecha) da problemas en ambos aspectos.

Al igual que ocurre con cualquier otro sistema que varié el lanzamiento en la pipa de dirección, tienen lugar varios efectos secundarios, y cambian otros parámetros como:

- Avance
- Distancia entre ejes
- Distribución de peso

3.1.4 CENTRO DE MASA (CDM).

Por lo general el CDM debería ubicarse en medio de la distancia entre ejes para tener la misma fuerza tanto en la rueda trasera como la delantera, pero en las motos de competición el CDM debe estar más cerca de la rueda delantera para que la fuerza en esta sea mayor y la moto sea fácil de maniobrar, otra característica es que el punto de concentración de masa debe estar lo más bajo posible para que la moto sea más estable en el momento de frenada y aceleración.

3.1.5 CARENAJE

El carenaje mostrado en la figura 3.7 es la envoltura en pasta o fibra de vidrio y algunas veces en fibra de carbono que envuelven la motocicleta para que el aire deslice suavemente sobre esta sin oponer tanta resistencia al avance que por lo general hace que se necesite más potencia y por lo tanto más combustible para alcanzar determinada velocidad, en la actualidad existen diseños muy eficientes como se muestra en la figura 3.8

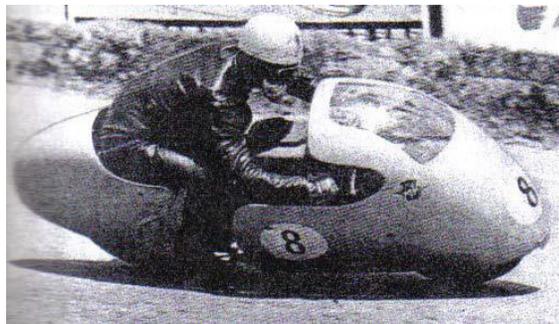


Figura 3.7 Carenaje antiguo

Fuente: (Delgado, J, 2009)



Figura 3.8 Carenaje actual

Fuente: (Delgado, J, 2009)

3.2 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

Ahora, se procede a plantear alternativas de solución a partir de entre las cuales se escogerá la que más se acerque a las necesidades requeridas tomando como referencia las marcas de motos más reconocidas, esto con el fin de tener una idea del producto final, además se estudiarán algunos tipos de chasis que ayudarán a determinar la estructura adecuada para la motocicleta.

3.2.1 ALTERNATIVA 1: MOTO TIPO KAWASAKI 250.



Figura 3.9 Kawasaki 250

Fuente: (Bottpower, 2014)

Esta motocicleta Kawasaki 250 mostrada en la figura 3.9 cuenta con la más alta tecnología en motos deportivas y gran recorrido en competencias de velocidad. Componentes como su chasis, suspensión, carenado, cuadro de mandos, frenos, todo en su conjunto consigue que incorpore todo su equipamiento imitando a todas las motos de esta marca que han logrado el título mundial.

CHASÍS TIPO DOBLE VIGA O DE VIGA PERIMETRAL

El chasis de doble viga o perimetral mostrado en la figura 3.10, normalmente es fabricado en aluminio, dispone de dos vigas que unen la pipa de dirección con el alojamiento del eje del basculante, estas vigas laterales de elevada sección disponen de soportes inferiores a los que se une el motor de esta manera la estructura del chasis abraza perimetralmente al motor



Figura 3.10 Chasis doble viga

Fuente: (Bottpower, 2014)

VENTAJAS

- Facilidad de construcción
- Simplicidad para el montaje de los demás elementos

- Se anula el soporte de motor
- Sub chasis desmontable
- Muy liviano

DESVENTAJAS

- Demasiado costoso
- Soldas de mucha precisión

3.2.2 ALTERNATIVA 2 : SUZUKI MARAUDER 125

Como se puede observar en la figura 3.11 la motocicleta SUZUKI MARAUDER 125 es de tipo custom



Figura 3.11 Suzuki marauder 125

Fuente: (Bottpower, 2014)

CHASÍS DE SIMPLE CUNA CERRADO

El chasis de simple cuna cerrado mostrado en la figura 3.12 es aquel que dispone de perfiles en un solo plano vertical que parten desde el cabezal de

dirección hasta la zona del eje del basculante, es decir, desciende un solo tubo desde la columna de dirección y pasa por debajo del motor formando una cuna.



Figura 3.12 Chasis de simple cuna
Fuente: (Bottpower, 2014)

VENTAJAS

- Facilidad de construcción
- La estructura, compuesta por tubos soldados, alberga al motor en su interior.
- Es liviano debido a su simple estructura
- El motor descansa en la cuna inferior del chasis
- Construcción económica

DESVENTAJAS

- Este tipo de chasis no tiene un buen comportamiento en motos competitivas
- No son lo bastante rígidos como para ser expuestos a tomar curvas
- El chasis tiende a sufrir flexión hacia los lados.

3.2.3 ALTERNATIVA 3: YAMAHA DT 125

La DT 125 es una de las más exitosas entre las motocicletas Yamaha DT. La serie DT comenzó como respuesta de Yamaha Motor a la falta de

motocicletas para uso fuera de carretera a finales de 1960. Se sabe que "DT" significa "tierra" o "sendero de tierra".

CHASÍS SIMPLE CUNA DESDOBLADO

En la figura 3.13 se muestra otra variante del chasis de simple cuna, en el que del cabezal de dirección desciende un único tubo pero que se desdobra delante o debajo del motor, llegando a la zona del eje del basculante trasero dos tubos.



Figura 3.13 Chasis de simple cuna
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014)

Este tipo de chasis se utiliza habitualmente en motocicletas de campo y trail.

VENTAJAS

- Facilidad de construcción
- Chasis diseñado para caminos irregulares con baches
- Soporta saltos
- Soporta aceleraciones bruscas

- Construcción económica

DESVENTAJAS

- Este tipo de chasis no alberga motores de alta cilindrada
- En este caso imposibilita en parte el espacio delantero que ocupa el proyecto de plegado en la motocicleta a construir
- El chasis está diseñado para carreras lentas de hasta 100 mph

3.3 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

De inicio se planteó 3 alternativas con la finalidad de escoger la apropiada para tomarla como referencia de partida.

En la siguiente tabla se analiza cual alternativa se adapta a los requerimientos y necesidades del proyecto:

Tabla 3.1 Evaluación de alternativas

CARACTERÍSTICAS DEL CHASÍS	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Facilidad de Construcción		✓	✓
Liviano		✓	✓
Materiales de construcción económicos		✓	✓
Es posible instalar transmisión CVT		✓	✓
Dispone Espacio Delantero para implementar el Sistema de Plegado		✓	
Espacio para instalar baterías controladores y conexiones del motor eléctrico	✓	✓	✓
Diseño para dos ocupantes	✓	✓	✓
Diseñado para altas velocidades	✓		
Puntos a Favor	3	7	6

Elaborado por: Arias Xavier (2014)

A pesar de los costos elevados de construcción la alternativa 1 es una excelente opción si el proyecto tuviera como finalidad la construcción de una motocicleta para competición sometida regímenes altos de velocidad y esfuerzos, pero el presente proyecto pretende la creación de una motocicleta para uso urbano con límites de velocidad establecidos dentro de la ciudad.

Mediante la tabla claramente se puede ver que las Alternativas 2 y 3 se adaptan muy bien al presente proyecto en todos sus aspectos, pero se llega a la conclusión de escoger la alternativa 2 puesto que posee mayor espacio delantero para la instalación y funcionalidad del sistema de plegado de la motocicleta eléctrica a construirse

3.4 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Después de haber analizado las ventajas y desventajas de las propuestas anteriores se llegó a la conclusión de que el chasis de tipo cuna simple cerrado se acopla en todos los requerimientos al proyecto y se estima un peso aproximado de 20 kg del mismo

Las dimensiones del mismo se desarrollarán en el próximo capítulo haciendo referencia al espacio que ocuparán los elementos y sistemas que pertenecen a los proyectos también encargados en la construcción de la motocicleta.¹²

¹ Tutillo Taipe, J. O. (2014). Diseño e implementación del tren motriz con motor eléctrico y transmisión CVT, en una motocicleta eléctrica plegable. (Tesis pregrado inédita). Departamento de Energía y Mecánica. Universidad de Las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga.

²De la Cruz Laica, J. R. (2014). Diseño de la Suspensión, Dirección y Plegado de una Motocicleta Eléctrica Plegable. (Tesis pregrado inédita). Departamento de Energía y Mecánica. Universidad de Las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga.

CAPÍTULO 4

MODELACIÓN, SIMULACIÓN Y ANÁLISIS

4.1 PROCESO DE DISEÑO DE UN CHASÍS

Al contrario que en la actualidad, antes los chasis se diseñaban mediante la técnica de “ensayo y error”, tan infalible como costosa. Esta técnica es bastante empírica pero exige fuertes inversiones y grandes plazos de desarrollo si la comparamos con las técnicas actuales. Además sólo marcas con gran experiencia tenían base suficiente para ir mejorando sus puntos débiles con la evolución de los modelos.

En estos días la técnica a seguir es la que dictamina la informática. Ahora se usan potentes software de Diseño Mecánico y es posible incluso ensamblar el chasis con el resto de componentes sin tocar ni un solo tornillo como se ve en la figura 4.1



Figura 4.1 Modelo CAD - Custom

Fuente: (Grabcad, 2014)

También las nuevas tecnologías han dado paso a un sinnúmero de programas de cálculo y simulación a través de los cuales se puede prever con bastante

exactitud el comportamiento de la estructura bajo cargas similares a las que actúan sobre una moto en la vida real. Esto representa un avance importantísimo en la reducción de costes y tiempos de desarrollo ya que permite someter al chasis a ensayos virtuales, de diversas naturalezas, sin tener que fabricar prototipos para ensayarlos en la realidad, sólo hace falta modificar la configuración del modelo virtual a través del software apropiado y el ordenador hará el resto.

El diseño por ordenador de un chasis, dado un motor ya existente, sigue una línea de trabajo bien definida:

- Definición de las cotas que se deseen para la motocicleta. Entre dichas cotas destacan la distancia entre ejes, el diámetro de las ruedas, dimensiones de la suspensión, del basculante, del sistema de dirección y del motor. Este paso es muy importante ya que es en el que se deben colocar las masas, cuanto más concentradas en un punto, más manejable será la moto, además se define un aspecto importante de la motocicleta como es el reparto de estas masas respecto al eje delantero y trasero.
- Diseño mediante software CAD-CAE, de los elementos anteriores para tener una primera aproximación del chasis, como el ejemplo mostrado en la figura 4.2. Establecer la estructura del chasis, para llevar a cabo después la adaptación del conjunto hasta su optimización. Gracias a que se trata de un software paramétrico se puede hacer y deshacer, remodelar y modificar cuanto se desee con el fin de obtener la geometría deseada.
- Cálculo de esfuerzos y deformaciones como se muestra en la figura 4.3, mediante software CAD-CAE (método de elementos finitos), decidiendo bajo qué estado de cargas, tanto longitudinales (frenada y aceleración), como verticales (peso propio de la moto), o momentos torsores (rigidez torsional, flexión lateral) y módulos propios (vibraciones), se quiere ensayar el chasis.

Si los resultados de todos estos análisis son correctos, se da por bueno el chasis y se pasa a su fabricación, sino se debe volver al paso anterior y redefinir los parámetros que nos interesen para alcanzar los compromisos funcionales definidos para el chasis que se diseñara.



Figura 4.2 Modelo CAD chasis

Fuente: (Grabcad, 2014)

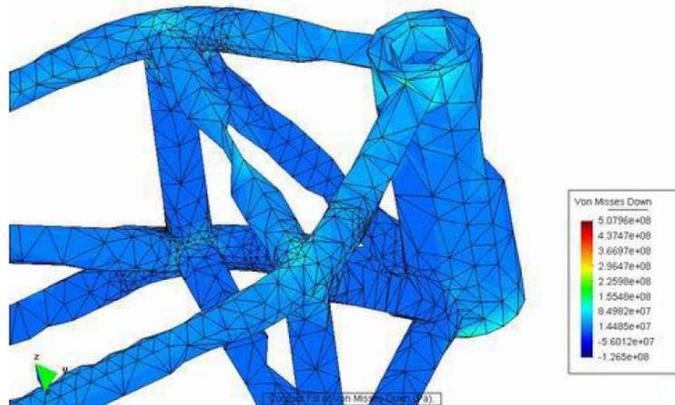


Figura 4.3 Análisis mediante MEF

Fuente: (Grabcad, 2014)

4.2 DISEÑO MEDIANTE SOFTWARE AUTODESK INVENTOR

Una vez seleccionado el tipo de bastidor que se va a construir se necesita una potente herramienta para trazar las líneas base de la estructura, seleccionar el tipo de perfil y material a utilizar, para lo cual se usara el Software AUTODESK INVENTOR.

Posterior al diseño del chasis se realizará las simulación es de los esfuerzos a los cuales estará sometido el chasis tomando como hipótesis casos extremos de manejo, mediante el software ANSYS WORKBENCH

4.2.1 DISEÑO DEL CROQUIS DE LA ESTRUCTURA

Pese a haber escogido el chasis de tipo cuna simple cerrada se ha visto obligado a cambiar gran parte de este diseño a fin de lograr adquirir espacio e instalar elementos importantes que constituirán la motocicleta como, transmisión CVT, baterías, motor eléctrico, y el basculante de tipo scooter, teniendo como resultado el bastidor mostrado en la figura 4.4

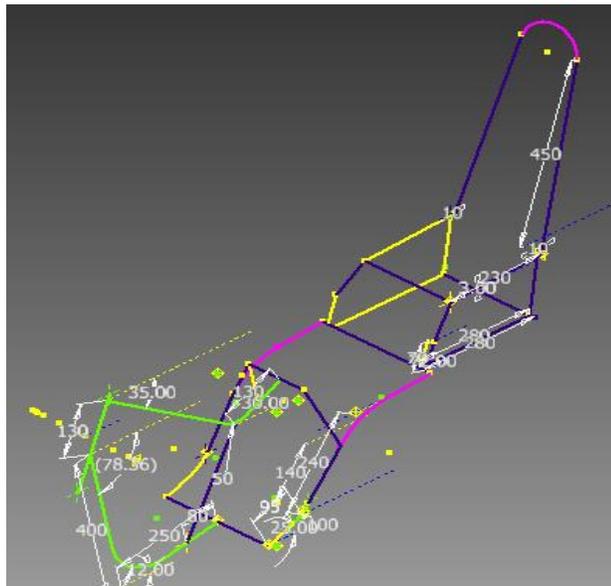


Figura 4.4 Croquis del bastidor
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

4.2.2 SELECCIÓN DE PERFILES PARA EL BASTIDOR

Para la selección del diámetro de los tubos se ha referenciado en la estructura de motocicletas de geometría muy similares observando en que sitios es necesario un diámetro mayor de los mismos.

A continuación en la tabla 4.1 se muestra un catálogo de los tubos que actualmente se dispone en el mercado.

Tabla 4.1 Dimensiones del tubo estructural - DIPAC

DIMENSIONES				
DIÁMETRO NOMINAL	DIÁMETRO EXTERIOR	ESPESOR	PESO	ÁREA
	D	e	P	A
Pulg.	mm	mm	Kg/m	Cm2
½	21.35	2.65	0.99	1.22
¾	26.9	2.65	1.45	1.78
1	33.7	2.00	1.96	2.45
1 ¼	42.4	3.00	2.55	3.13
1 ½	48.3	3.00	3.02	3.87
2	60.30	3.00	3.79	4.89
2 ½	73.00	3.20	5.65	7.02
3	88.90	3.20	6.81	8.62
4	114.30	3.60	9.92	12.52

Fuente: http://www.dipacmanta.com/alineas.php?ca_codigo=1302

En la tabla 4.2 se especifica las dimensiones de los diferentes tubos empleados en el diseño del bastidor los cuales fueron seleccionados acorde a su existencia en el Mercado

Tabla 4.2 Dimensiones de los tubos empleados en el bastidor

Elemento	Longitud (mm)	Tamaño (mm)	Diámetro Nominal	Figura
Tubo de unión con la suspensión	105.598	42.4 x 3.2	1 ¼	4.5
Tubo superior del mecanismo de plegado	90	42.4 x 3.2	1 ¼	4.6
Tubo inferior del mecanismo de plegado	144.5	42.4 x 3.2	1 ¼	4.7
Tubo base del mecanismo de plegado	233.45	48.3 x 5	1 ½	4.8
Tubo delantero de soporte para el piloto	523.016	26.9 x 3	¾	4.9
Tubo que forma la cuna simple	679.9	48.3 x 3	1 ½	4.10
Tubo soporte del bastidor	287.303	26.9 x 3	¾	4.11
Tubo soporte de batería	260	33.7 x 3	1	4.12
Tubo soporte de motor y transmisión	515	33.7 x 3	1	4.13
Tubo de soporte secundario para el piloto	146.48	26.9 x 3	¾	4.14
Tubo trasero de soporte para piloto	275	33.7 x 3	1	4.15
Tubo de soporte para copiloto	70	26.9 x 3	¾	4.16
Tubo de soporte para copiloto y suspensión	91.2	26.9 x 3	¾	4.17
Tubo de unión con la suspensión	220	26.9 x 3	¾	4.18
Tubo de soporte trasero para batería	280	21.3 x 3	½	4.19
Tubo de soporte para copiloto y batería	240	21.3 x 3	½	4.20
Tubo de unión al espaldar	148.27	21.3 x 3	½	4.21
Tubo para el espaldar de copiloto	451.77	21.3 x 3	½	4.22
Tubo de unión para el espaldar	222.468	21.3 x 3	½	4.23

Elaborado por: Arias Xavier (2014).

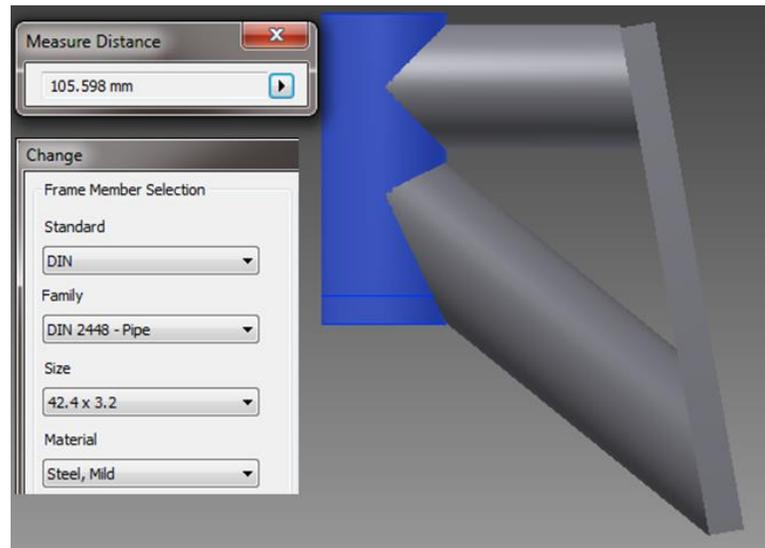


Figura 4.5 Tubo de unión con la suspensión
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

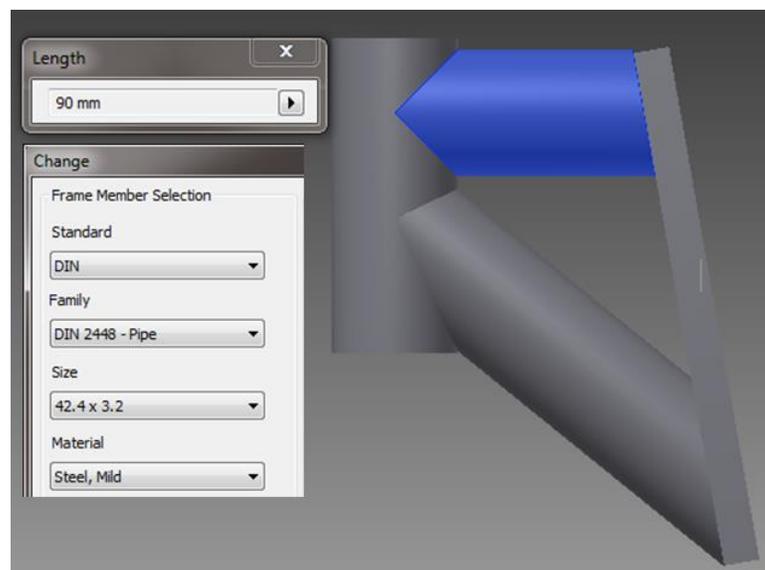


Figura 4.6 Tubo superior del mecanismo de plegado
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

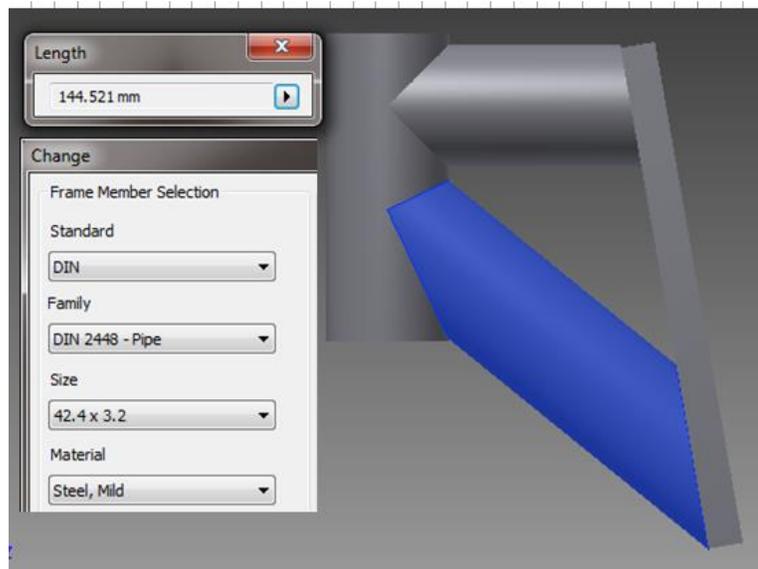


Figura 4.7 Tubo inferior del mecanismo de plegado
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

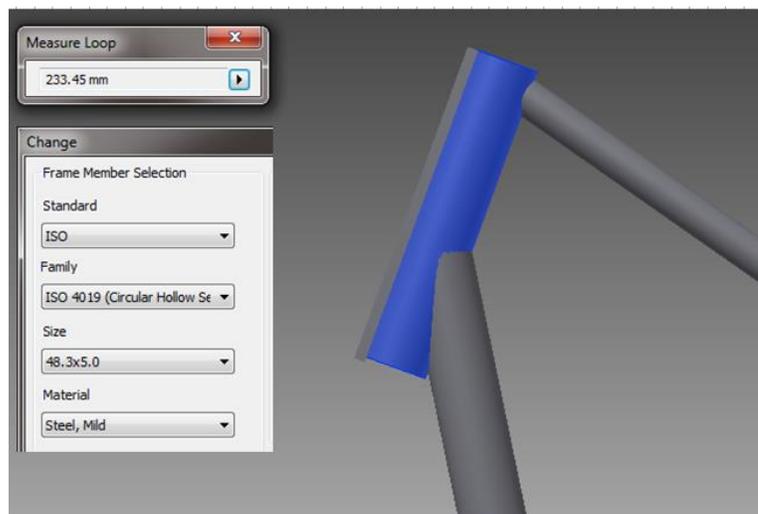


Figura 4.8 Tubo base del mecanismo de plegado
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

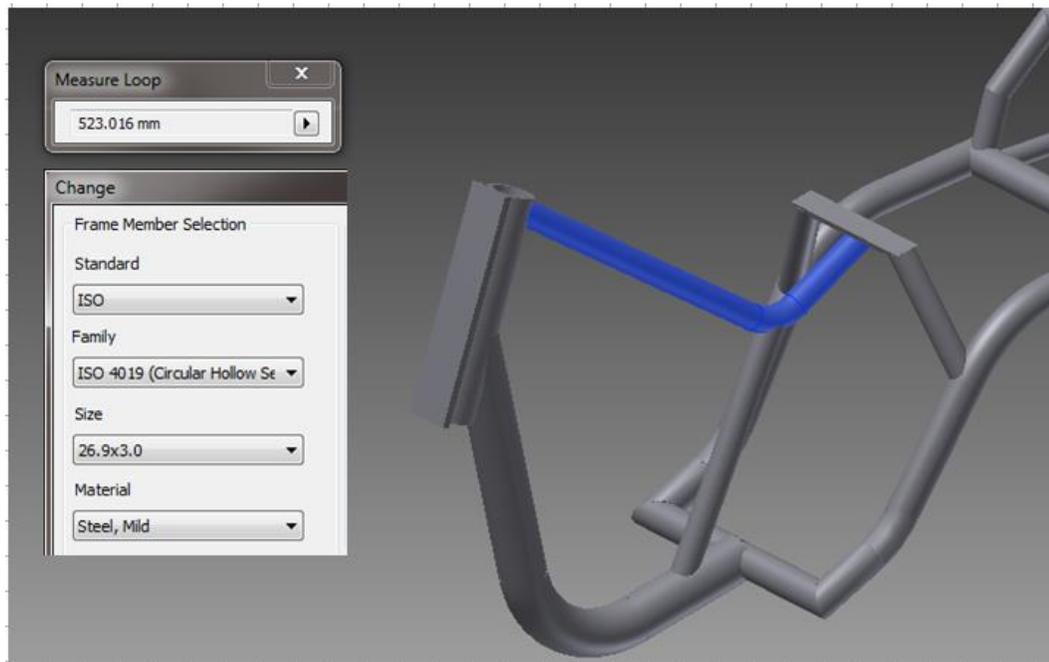


Figura 4.9 Tubo delantero de soporte para el piloto
Diseñado por: Arias Xavier (2014)



Figura 4.10 Tubo que forma la cuna simple
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

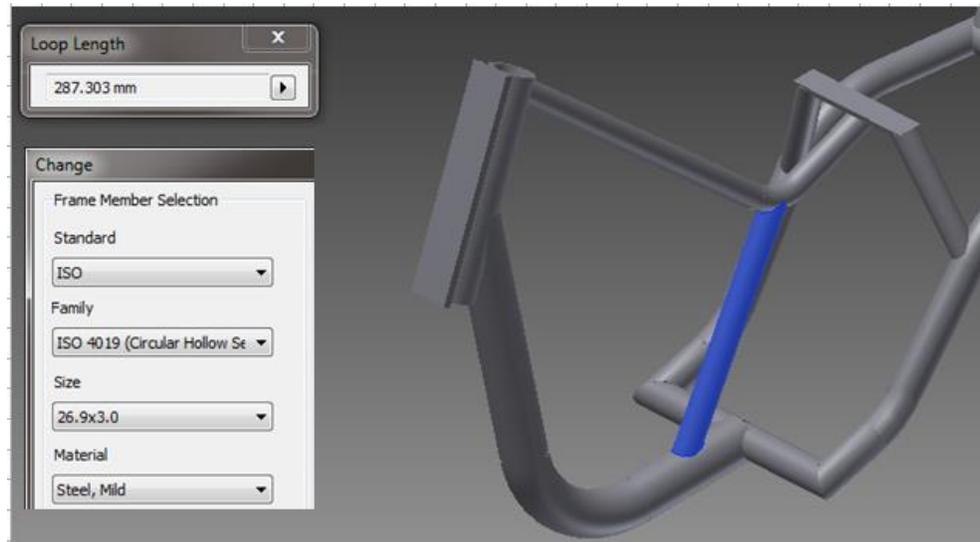


Figura 4.11 Tubo soporte del bastidor
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

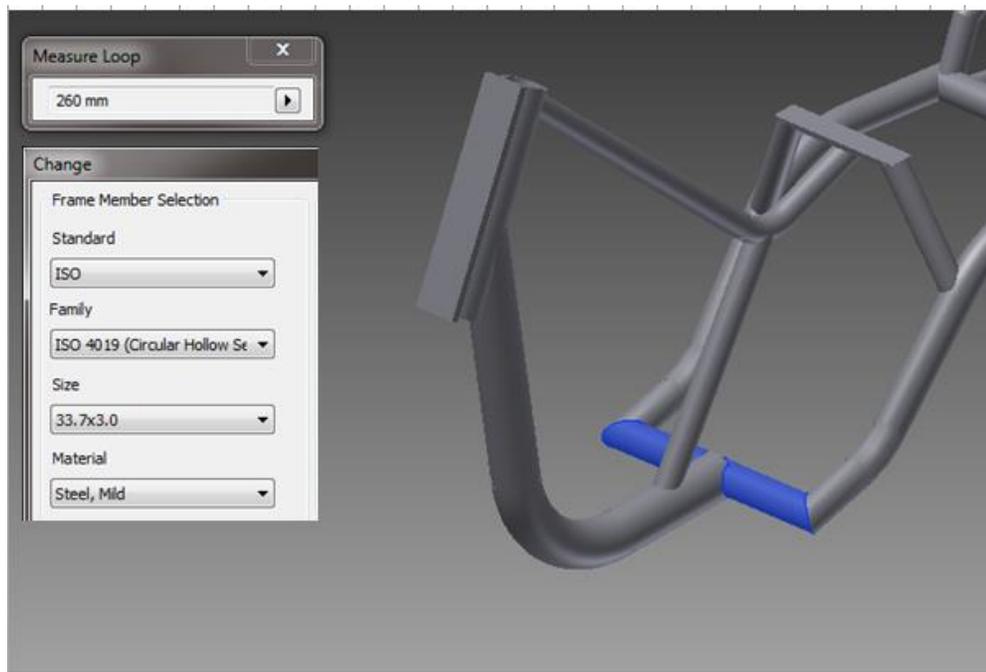


Figura 4.12 Tubo soporte de batería
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

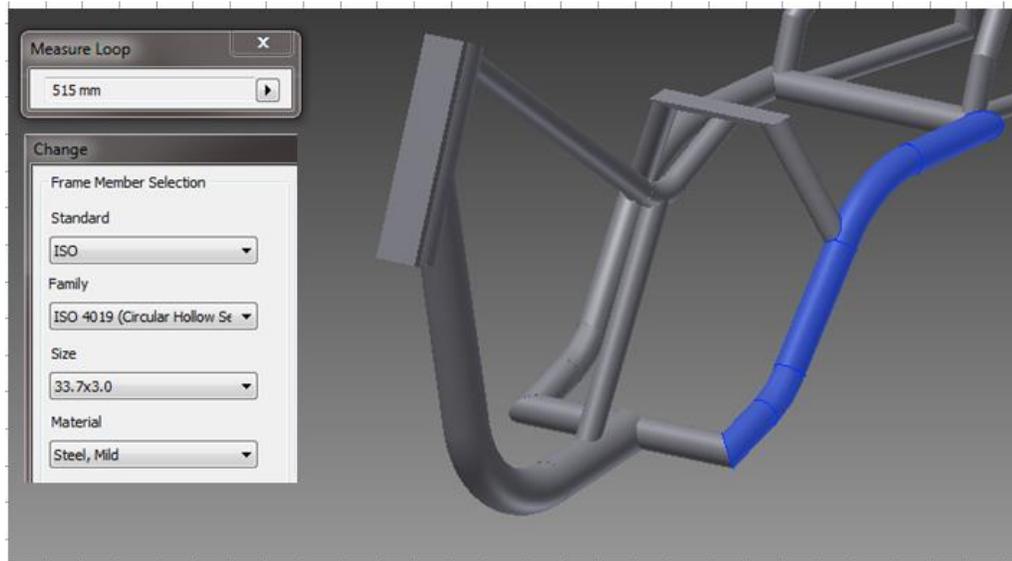


Figura 4.13 Tubo soporte de motor y transmisión
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

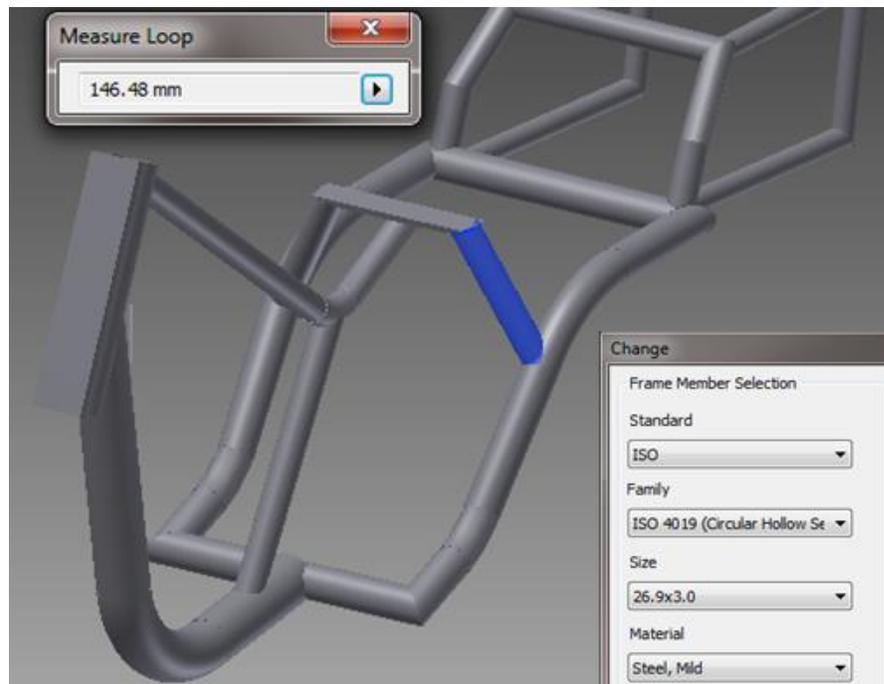


Figura 4.14 Tubo de soporte secundario para el piloto
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

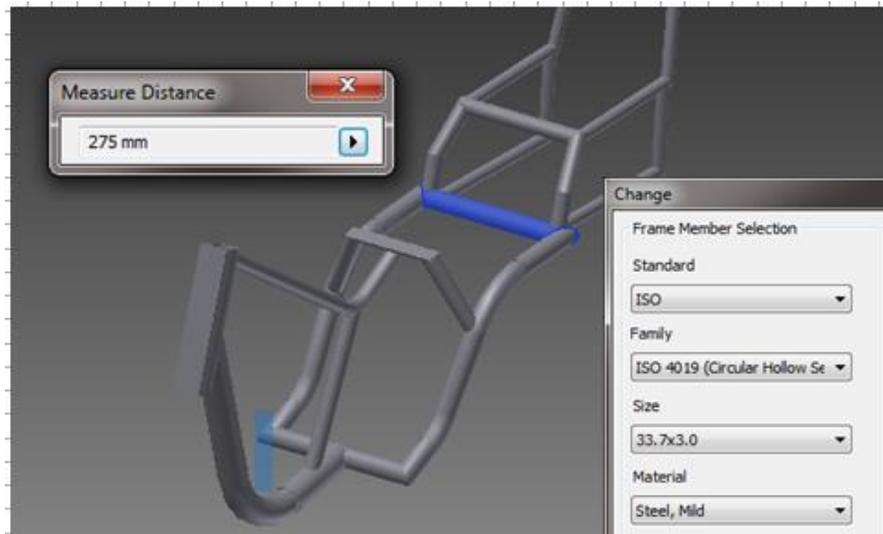


Figura 4.15 Tubo trasero de soporte para piloto
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

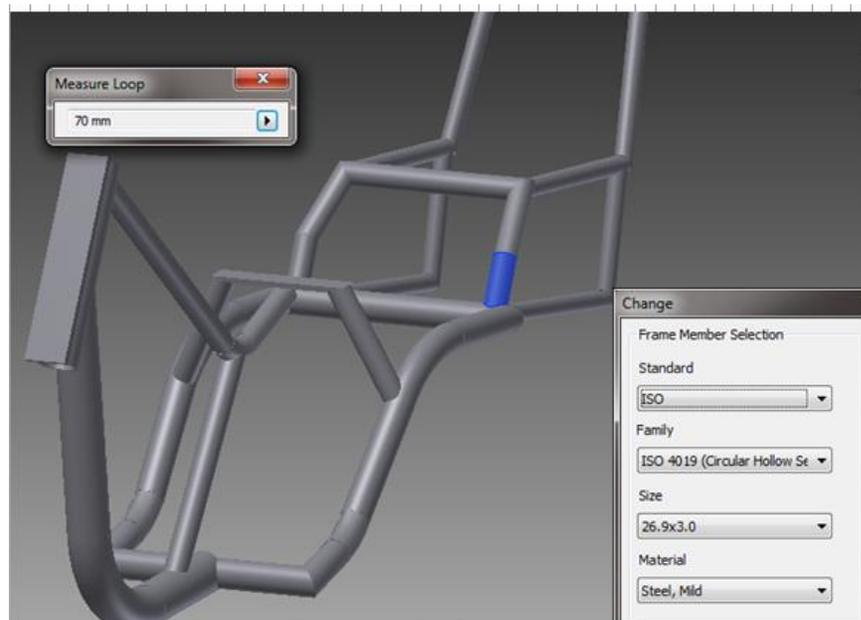


Figura 4.16 Tubo de soporte para copiloto
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

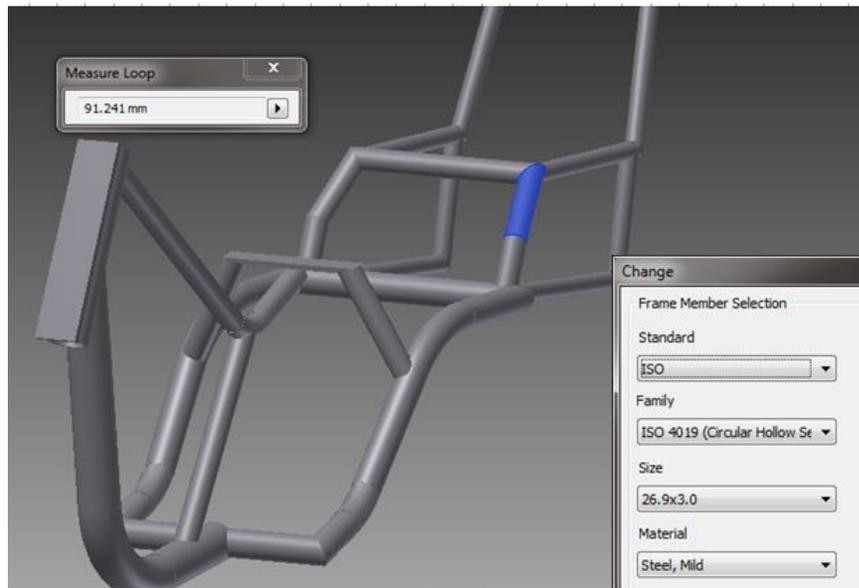


Figura 4.17 Tubo de soporte para copiloto y suspensión
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

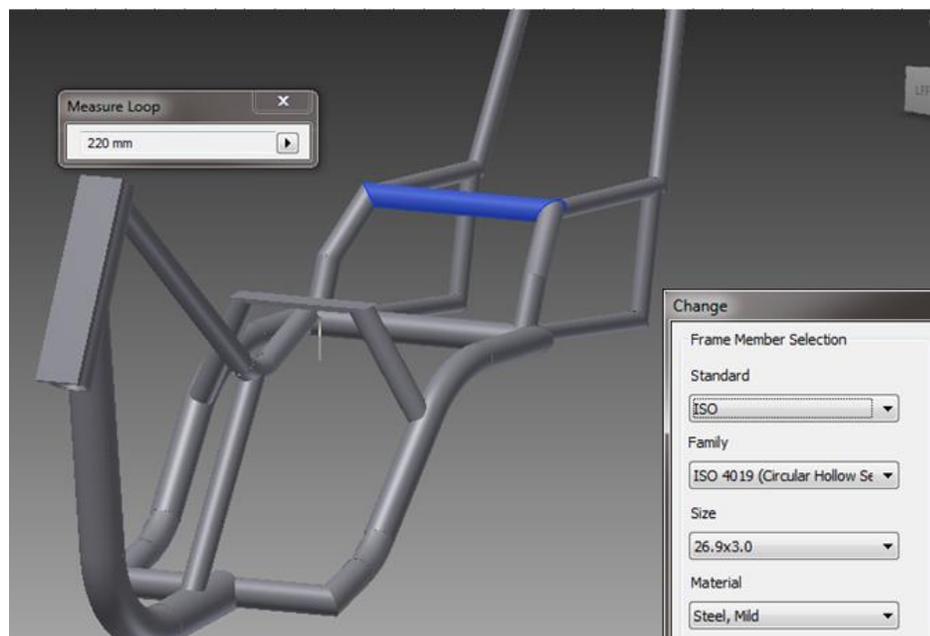


Figura 4.18 Tubo de unión con la suspensión
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

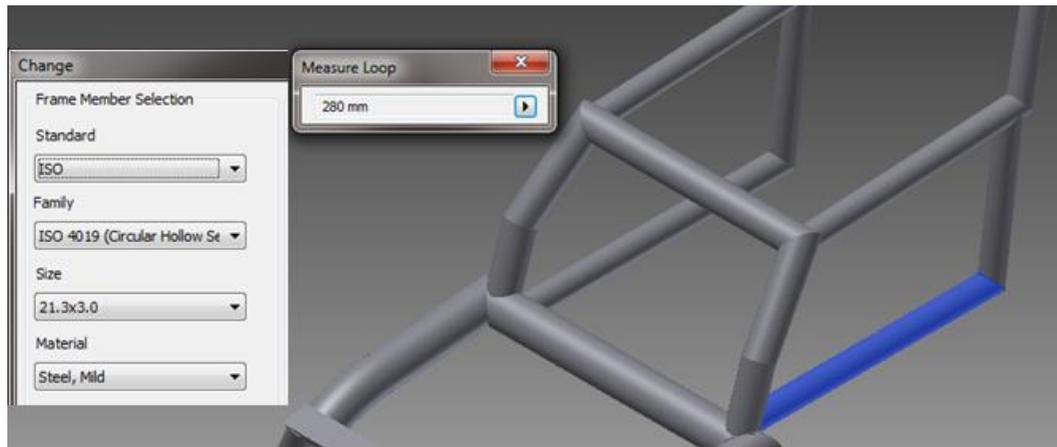


Figura 4.19 Tubo de soporte trasero para batería
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

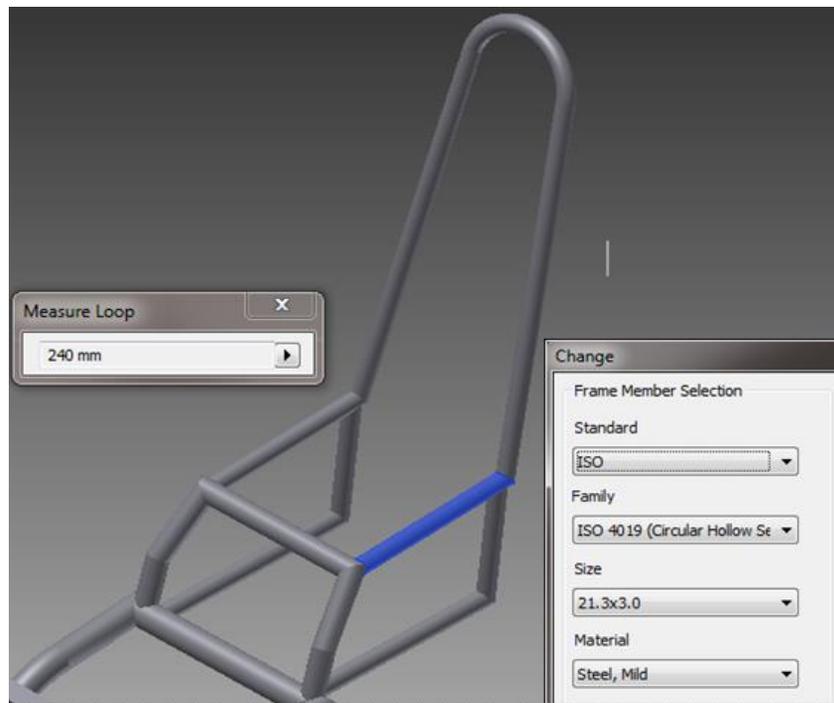


Figura 4.20 Tubo de soporte para copiloto y batería
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

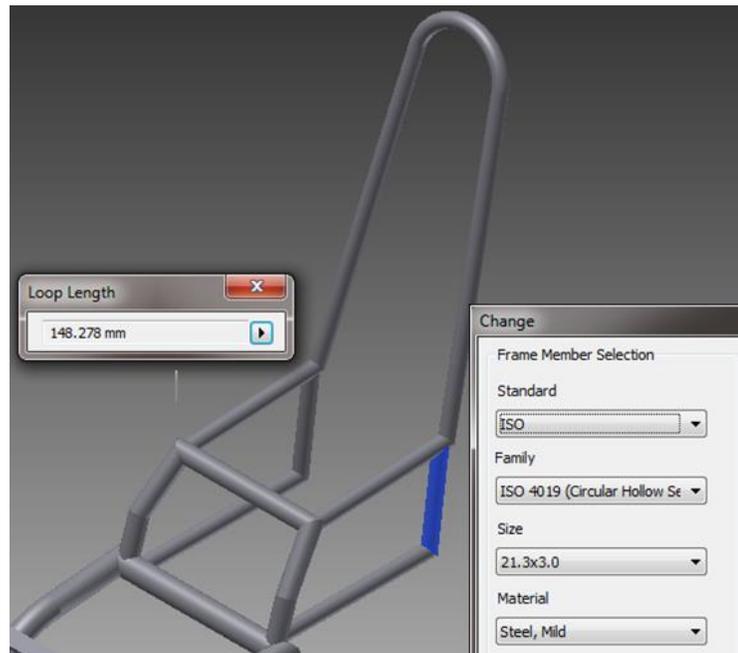


Figura 4.21 Tubo de unión al espaldar
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

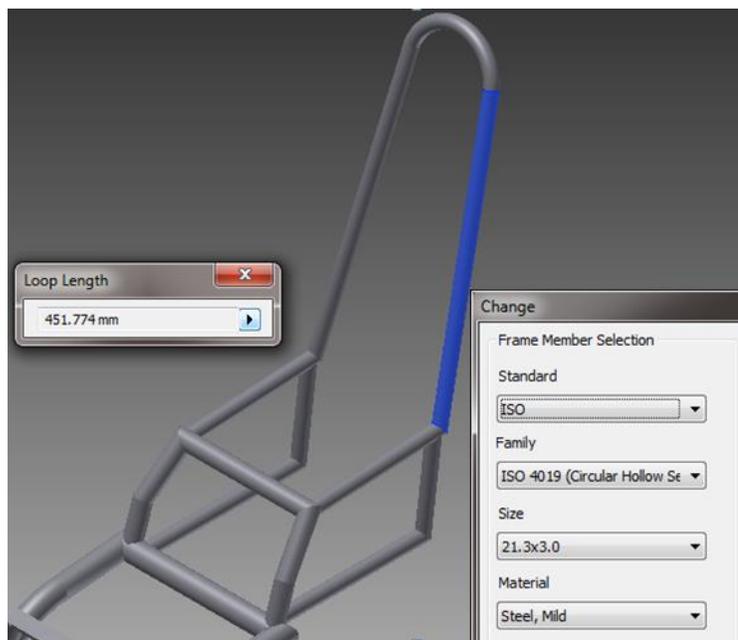


Figura 4.22 Tubo espaldar de copiloto
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

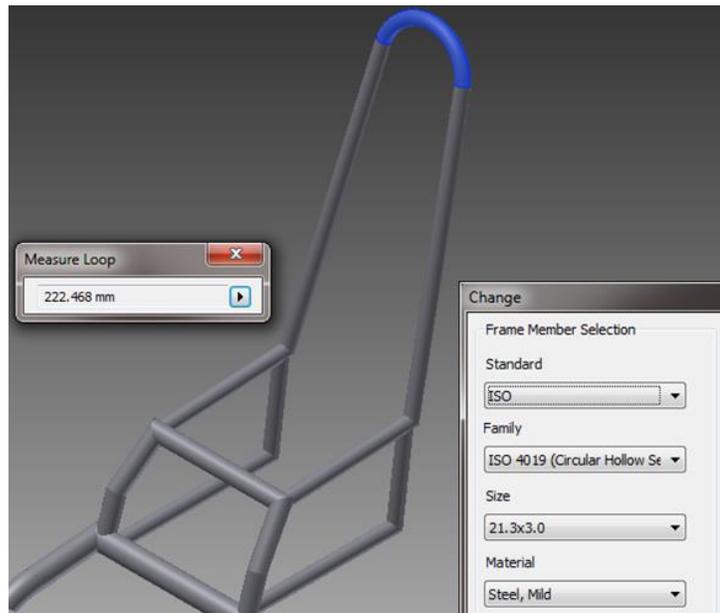


Figura 4.23 Tubo de unión para el espaldar
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

En la figura 4.24 se muestra el diseño final del bastidor que será el encargado de soportar los diferentes componentes de la motocicleta

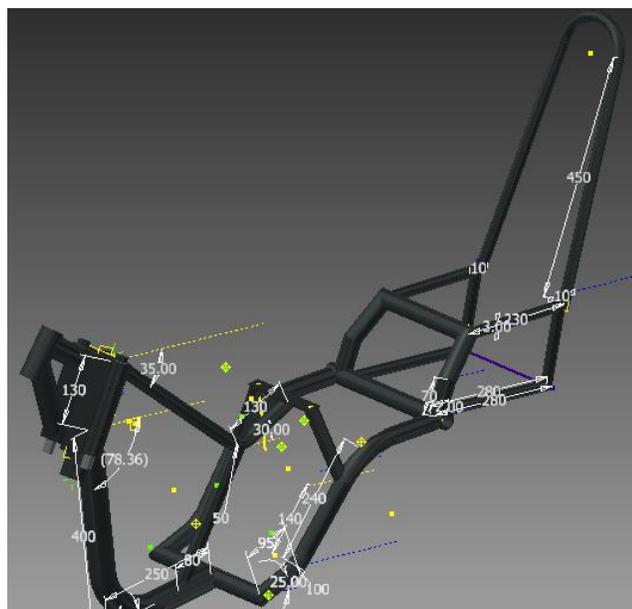


Figura 4.24 Bastidor
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

4.2.3 ENSAMBLE DE LA MOTOCICLETA

Una vez diseñado el bastidor se procede a realizar el ensamble para ratificar la ubicación adecuada de sistemas como:

- Tren motriz
- Transmisión Cvt
- Mecanismo de plegado
- Dirección
- Suspensión

Obteniendo así el diseño mostrado en la figura 4.25



Figura 4.25 Ensamble de sistemas
Diseñado por: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

4.3 MASA SUSPENDIDAS DELANTERAS Y TRASERAS

Conociendo todos los elementos de peso más relevantes a instalarse en la motocicleta y su ubicación se puede conocer la cantidad de masa suspendida tanto delantera como trasera, además otro factor sumamente importante como es el centro de gravedad del peso total de la motocicleta para el posterior estudio de esfuerzos en el bastidor

A continuación en la tabla 4.3 se muestra el peso de los diferentes elementos de la motocicleta

Tabla 4.3 Peso de los elementos de la motocicleta

Elementos	Masa (Kg)	Peso (N)
Piloto	70	686.7
Chasis	23	225.63
Motor eléctrico	18.9	185.4
Base Motor	5.2	51
CVT	9.8	96.13
Batería 1	11.5	112.815
Batería 2	11.5	112.815
Batería 3	11.5	112.815
Batería 4	11.5	112.815
Componentes Restantes	20	196.2
Total suspendida	193	1,892

Elaborado por: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

En la figura 4.26 se muestra la distribución de las diferentes cargas presentes en la motocicleta.

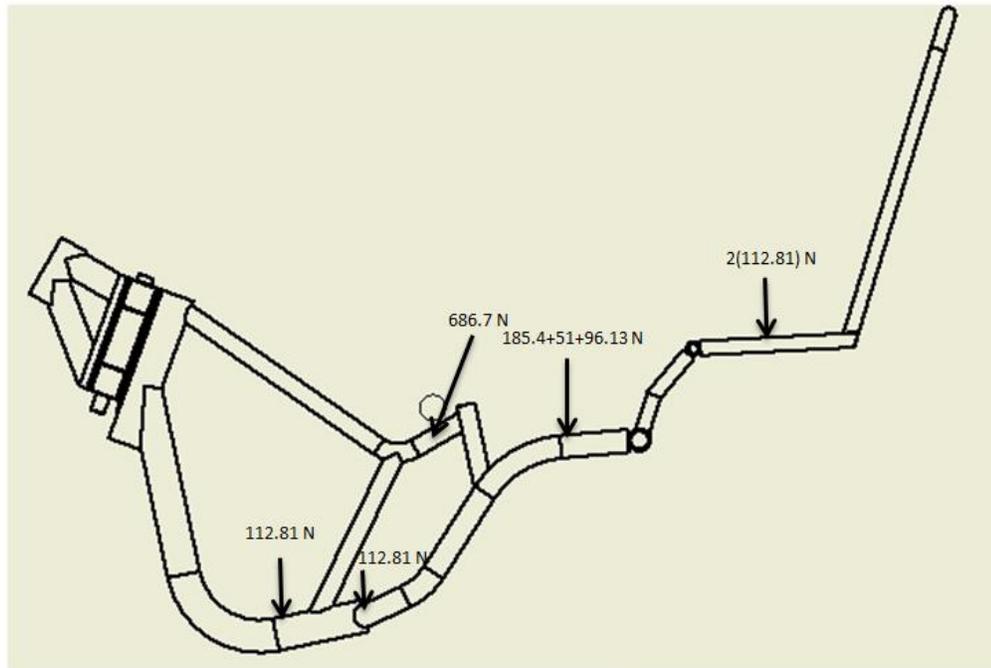


Figura 4.26 Distribución de cargas
Diseñado por: Arias Xavier (2014).

- Masa total suspendida $mt_s = 193$ Kg
- Masa total no suspendida $mt_{ss} = 25.6$ Kg
- Masa Total de la motocicleta $mt = 218.6$ Kg

Masa no suspendida (mt_{ss}): es la porción de masa total del vehículo que no está soportada por los resortes de la suspensión. Este tipo de masa es sobre el que hay que focalizar los esfuerzos para reducirla al máximo, ya que es la masa que recibe todas las perturbaciones directas desde el asfalto, y la portadora de la energía que los amortiguadores deben disipar (en hundimiento).

Se compone de:

- neumáticos
- bujes
- manguetas
- frenos (si están montados en las ruedas)
- elementos de suspensión, palieres, muelles y amortiguadores

Masa total suspendida (mt_s):

La masa suspendida la constituye el resto de masa, es decir, la que sí está soportada por los resortes de la suspensión.

Este tipo incluye la mayor parte de masa:

- volante
- chasis
- motor
- transmisión
- piloto
- baterías

MASAS TOTALES DELANTERAS Y TRASERAS

La masa total es la adición de la masa suspendida y la no suspendida.

$$mt = mt_s + mt_{ss}$$

$$mt = 193 \text{ Kg} + 25.6 \text{ Kg}$$

$$m_t = 218.6 \text{ kg}$$

Masa Total en el Eje Delantero

m = masa total de la motocicleta (incluido conductor)

l_2 = distancia del eje trasero al centro de gravedad

B = distancia entre ejes

$$m^d = \frac{m * l_2}{B}$$

$$m^d = \frac{(218.6\text{kg}) * (0.534\text{m})}{1.457 \text{ m}}$$

$$m^d = 80.11 \text{ kg}$$

El resultado define la masa total que soporta el eje delantero

Masa Total en el Eje Trasero

l_1 = distancia del eje delantero al centro de gravedad

$$m^t = \frac{m * l_1}{B}$$

$$m^t = \frac{(218.6\text{kg}) * (0.923\text{m})}{1.457 \text{ m}}$$

$$m^t = 138.48 \text{ kg}$$

Del cálculo se obtiene la masa total soportada por el eje trasero

La masa total de la motocicleta en movimiento es de 218.6 kg, con una distribución de pesos de 36.65 % adelante y 63.35% atrás.

4.4 ASIGNACIÓN DEL MATERIAL

El acero suave es el tipo más común de acero utilizado en la construcción, la manufactura y muchas otras industrias. De los aceros al carbono, el acero ASTM A36 es una de las variedades más comunes en parte debido a su bajo costo. Ofrece una excelente resistencia y fuerza para un acero bajo en carbono y aleación. Aunque es propenso al óxido.

Debido a que el A36 tiene una composición química simple, es muy fácil de soldar, lo que lo convierte en un material estructural atractivo para la fabricación del bastidor a construir razón por la cual se ha seleccionado este material para la construcción del mismo.

4.5 CÁLCULOS DE ESFUERZOS SOBRE LA MOTOCICLETA Y SIMULACIÓN EN ANSYS WORKBENCH

Aquí se estudiarán las fuerzas que actúan sobre la estructura de la motocicleta cuando ésta se encuentra en instantes de máximo esfuerzo.

Es de vital importancia este apartado ya que es esencial tener bien planteadas las fuerzas resultantes para introducirlas posteriormente al ordenador y realizar el análisis por elementos finitos de manera que éste sea lo más exacto posible. Para empezar el estudio se deberán establecer una serie de parámetros estimados de geometría y peso. Estos valores se obtienen del diseño final mostrado en la figura 4.27.

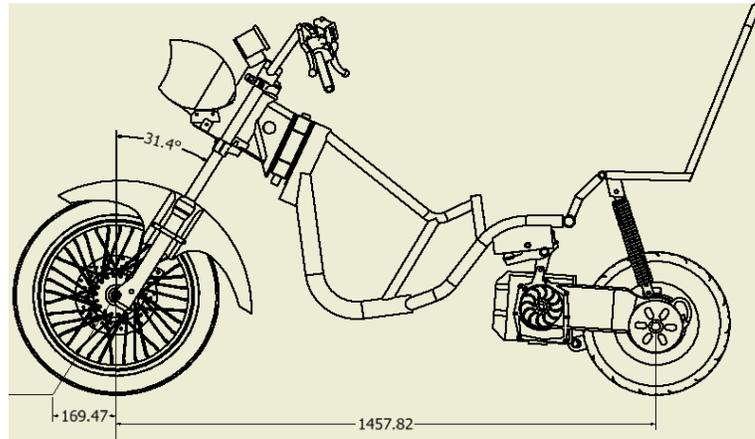


Figura 4.27 Cotas básicas

Diseñado por: Arias Xavier (2014)

4.5.1 ESFUERZOS EN FRENADA MÁXIMA

TRANSFERENCIA DE CARGA POR FRENADA DELANTERA.

Para este análisis se debe tener en cuenta la masa de la rueda trasera con sus componentes y se determina el valor de la aceleración de la masa suspendida que hace que la rueda trasera se despegue del suelo y por consiguiente se transfiere toda la carga hacia la parte delantera como se muestra en la figura 4.28.

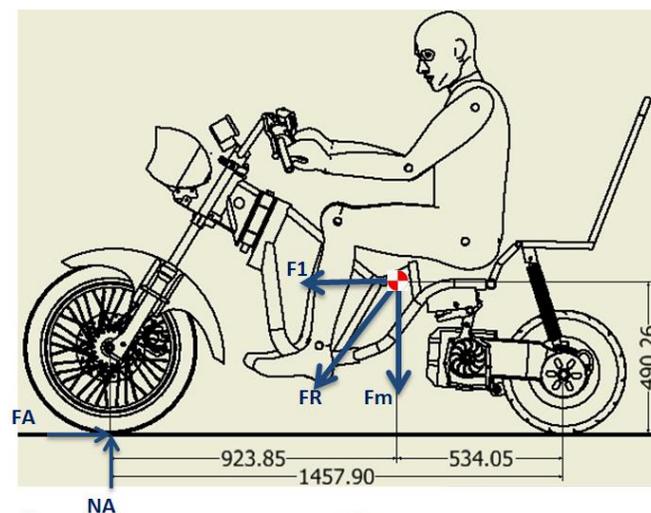


Figura 4.28 Fuerzas por frenada

Diseñado por: Arias Xavier (2014)

Haciendo sumatoria de fuerzas en el eje Y para el momento en el que la rueda trasera deja de tener contacto con el suelo.

$$\sum F_y = 0$$

$$N_A = F_m$$

$$F_m = m_t * a_g$$

$$F_m = 218.6 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_m = 2144.466 \text{ N}$$

$$N_A = 2144.4 \text{ N}$$

Sumatoria de momentos en A para determinar la fuerza debido a la inercia de la masa suspendida

$$\sum M_A = 0$$

Con

$$N_B = 0$$

$$F_1 * H_{cdg} = F_m * l_1$$

$$F_1 = \frac{F_m * l_1}{H_{cdg}}$$

$$F_1 = \frac{2144.4 \text{ N} * 0.923 \text{ m}}{0.49 \text{ m}}$$

$$F_1 = 4039.34 \text{ N}$$

Ahora con esta fuerza se puede determinar el valor de la aceleración que la masa suspendida debería tener para levantar la motocicleta de la parte trasera

$$F_1 = m_t * a$$

$$a = \frac{f_1}{m_t}$$

$$a = \frac{4039.34 \text{ N}}{218.6 \text{ kg}}$$

$$a = 18.47 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Determinando el valor de la fuerza resultante y su ángulo de aplicación

$$F_R = \sqrt{F_m^2 + F_1^2}$$

$$F_R = \sqrt{(2144.4 \text{ N})^2 + (4039.34 \text{ N})^2}$$

$$F_R = \sqrt{4598451.36 + 16316267.6356}$$

$$F_R = \sqrt{20914718.9956}$$

$$F_R = 4573.2613 \text{ N}$$

El ángulo de aplicación de la fuerza resultante con respecto a la horizontal es:

$$\tan \theta = \frac{F_m}{F_1}$$

$$\tan \theta = \frac{2144.4 \text{ N}}{4039.34 \text{ N}}$$

$$\tan \theta = 0.5308$$

$$\theta = 27.95^\circ$$

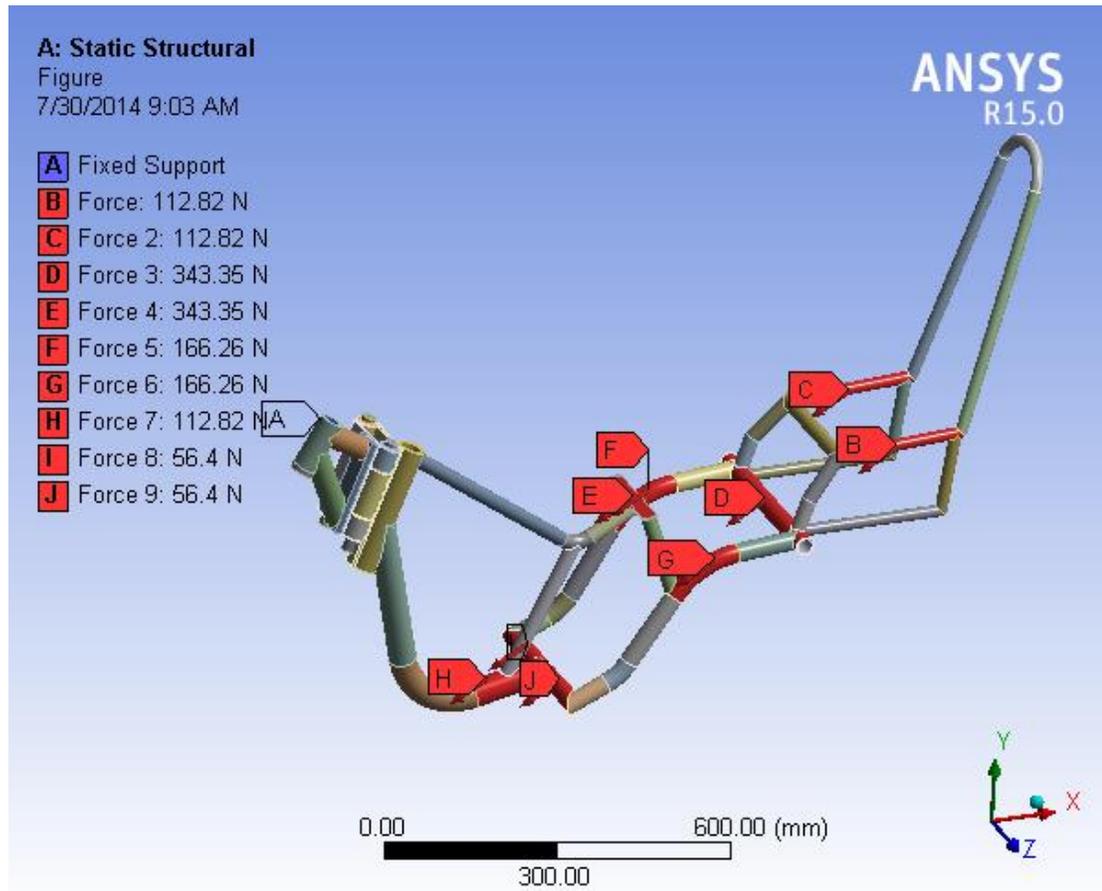


Figura 4.29 Fuerzas durante la frenada
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

La figura 4.29 muestra la ubicación de las fuerzas más grandes en el chasis, la flecha roja indica su dirección en este caso se dirigen hacia el frente por efecto de la frenada.

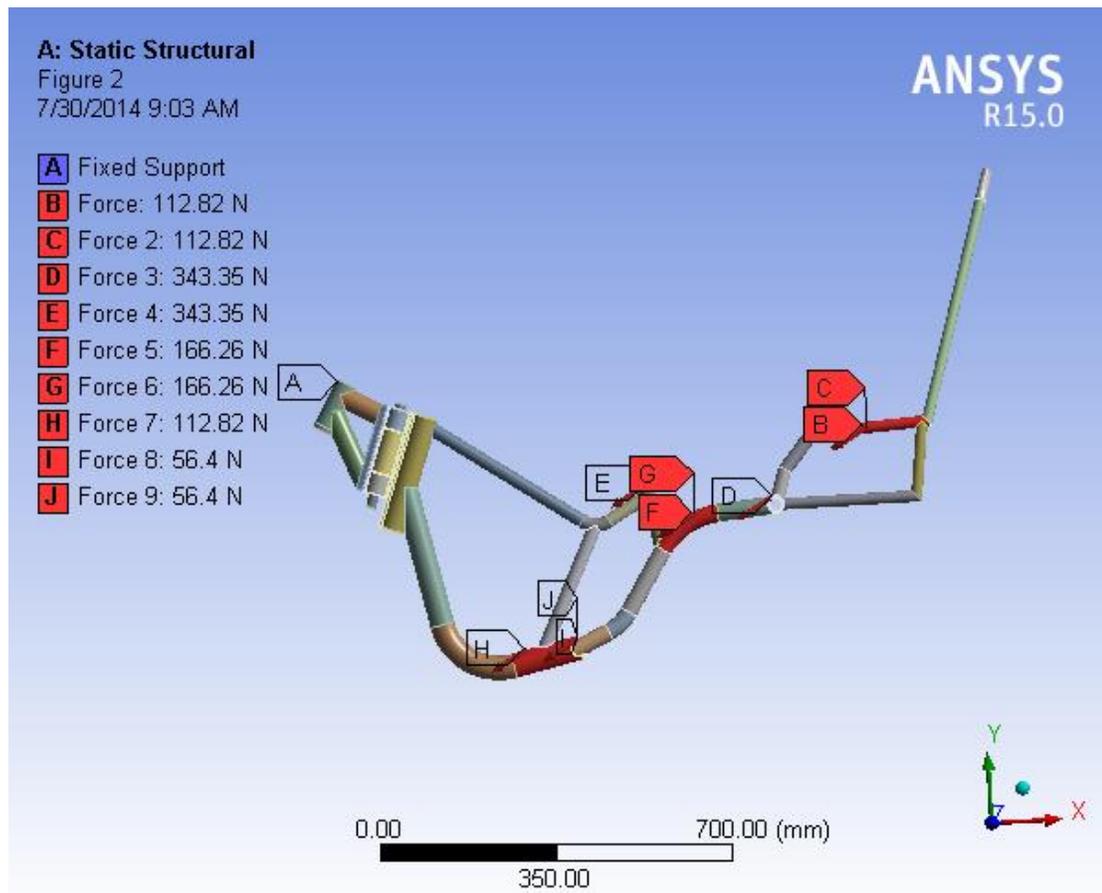


Figura 4.30 Restricción durante la frenada

Diseñado por: Arias Xavier (2014)

En la figura 4.30 se muestra la ubicación de las fuerzas y las restricciones en el momento que se produce la frenada con la rueda delantera.

Se asume que el punto A sitio donde se ensamblan los amortiguadores delanteros esta fijo debido a la acción brusca del freno solo con neumático delantero, suponiendo como ejemplo el caso más crítico de esfuerzo en frenada

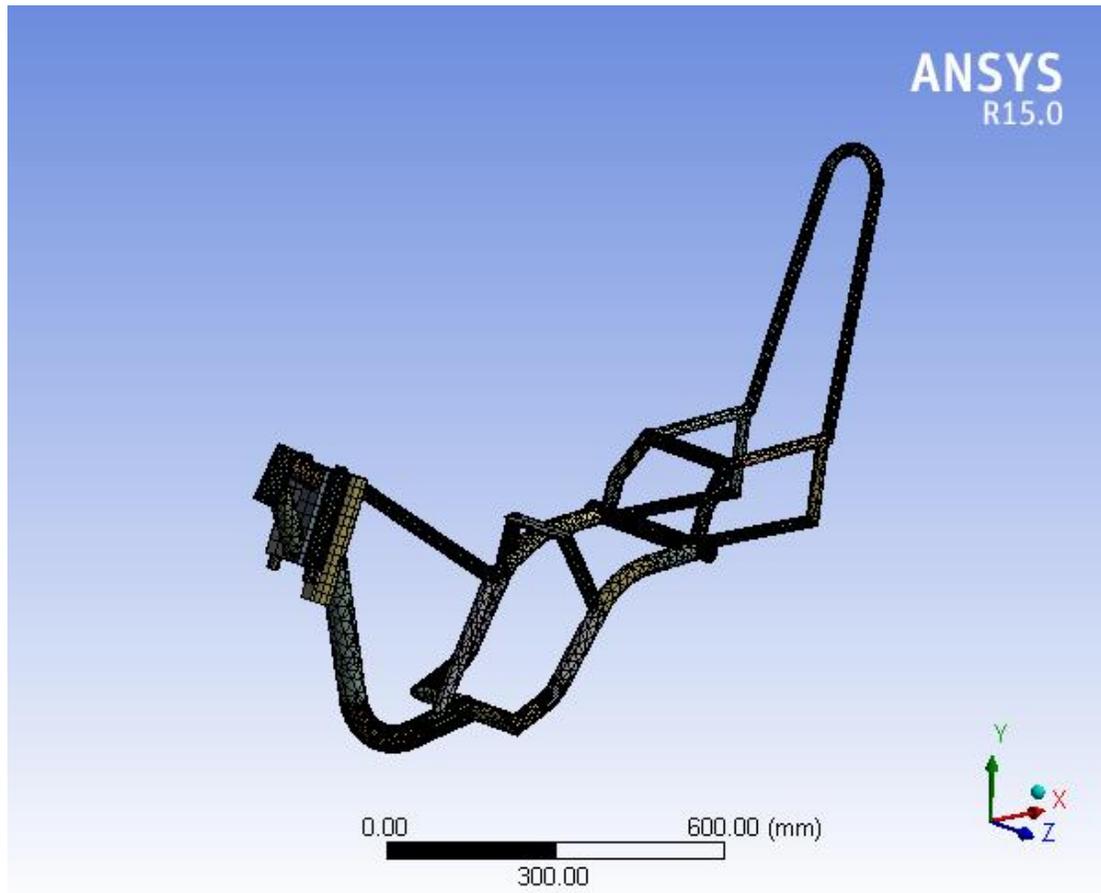


Figura 4.31 Malla del chasis
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

La figura 4.31 muestra la malla que genera ANSYS WORKBENCH sobre el chasis para poderlo analizar por el método de elementos finitos.

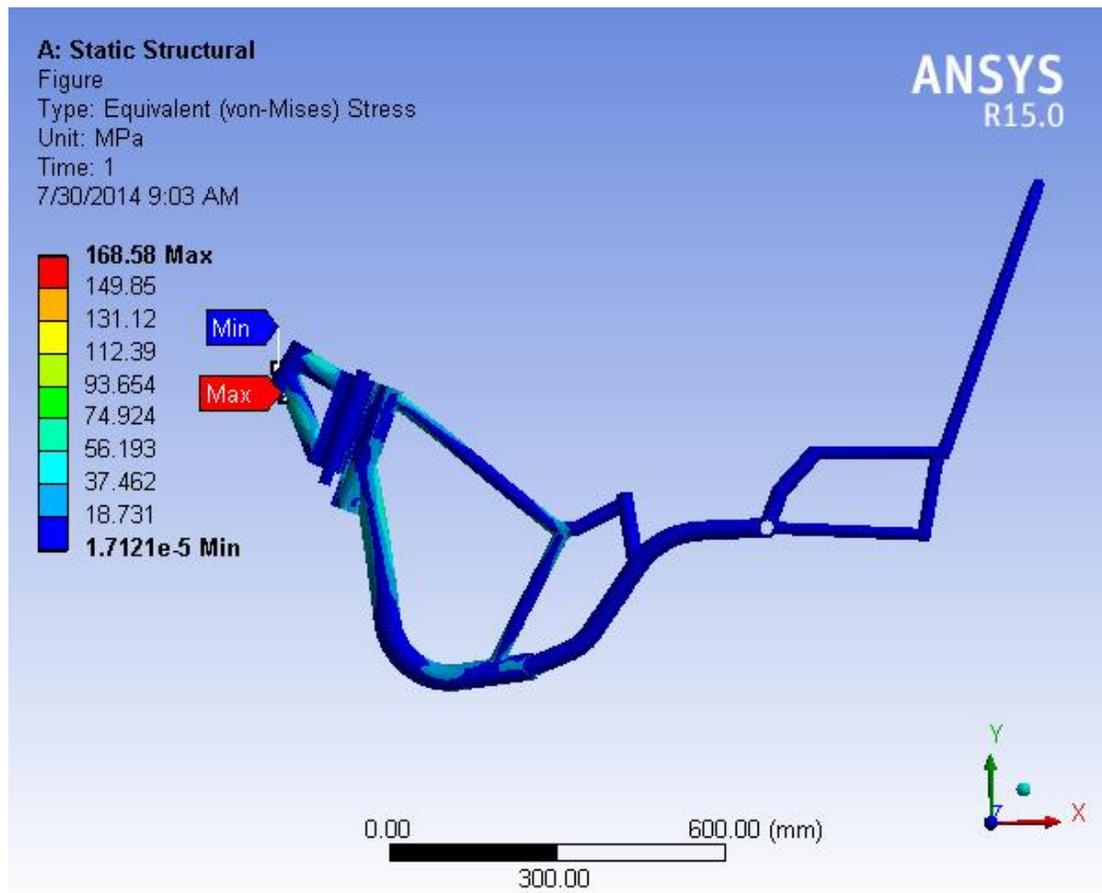


Figura 4.32 Análisis de esfuerzos
 Diseñado por: Arias Xavier (2014)

La figura 4.32 muestra el análisis de los esfuerzos ($\frac{N}{m^2}$) que se producen en el chasis a un caso extremo de frenada, obteniendo un valor máximo de 168.58 MPa, donde comparando con el límite de fluencia del material empleado (ACERO ASTM A36) que es de 250 Mpa, garantiza que ningún elemento del chasis fallará ante los esfuerzos a los que está sometido

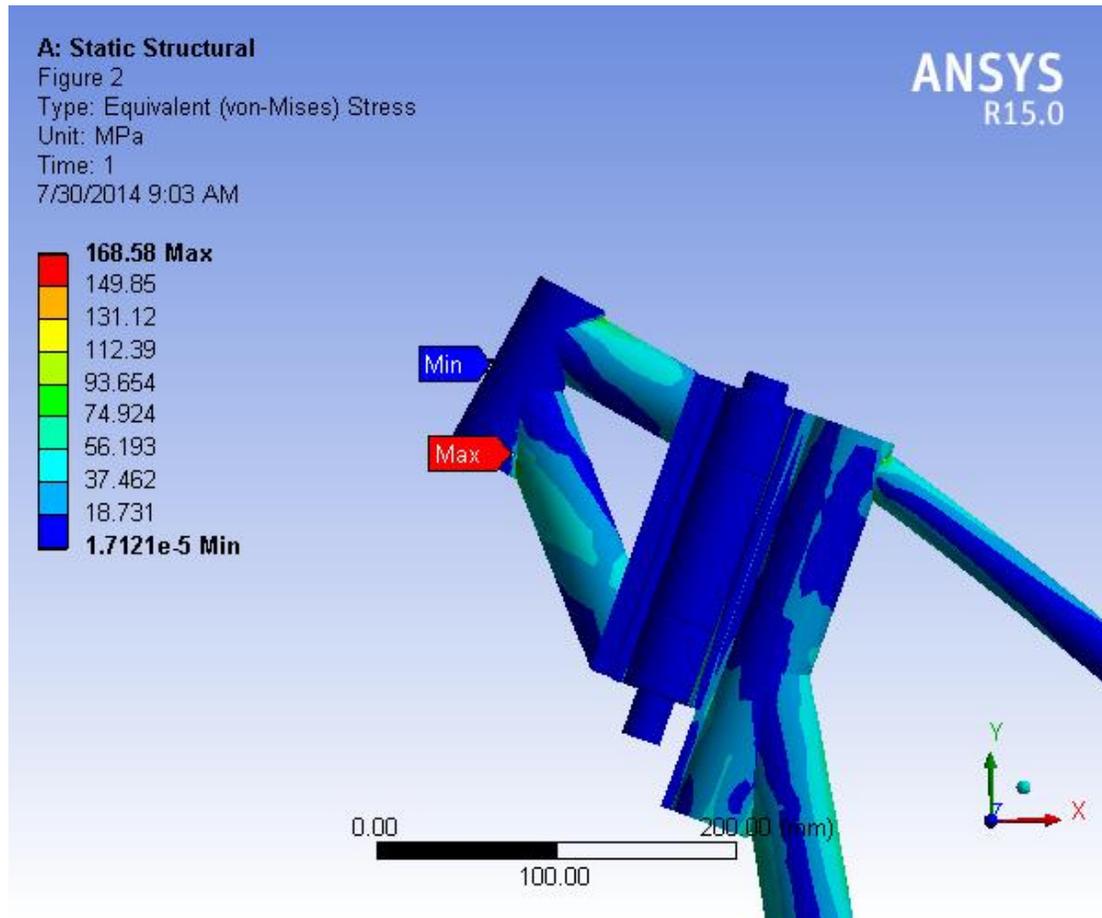


Figura 4.33 Análisis de esfuerzo máximo
 Diseñado por: Arias Xavier (2014)

A pesar de que el diseño es confiable el programa permite determinar la zona donde está el esfuerzo máximo mostrado en la figura 4.33 para tomar medidas a la hora de la construcción

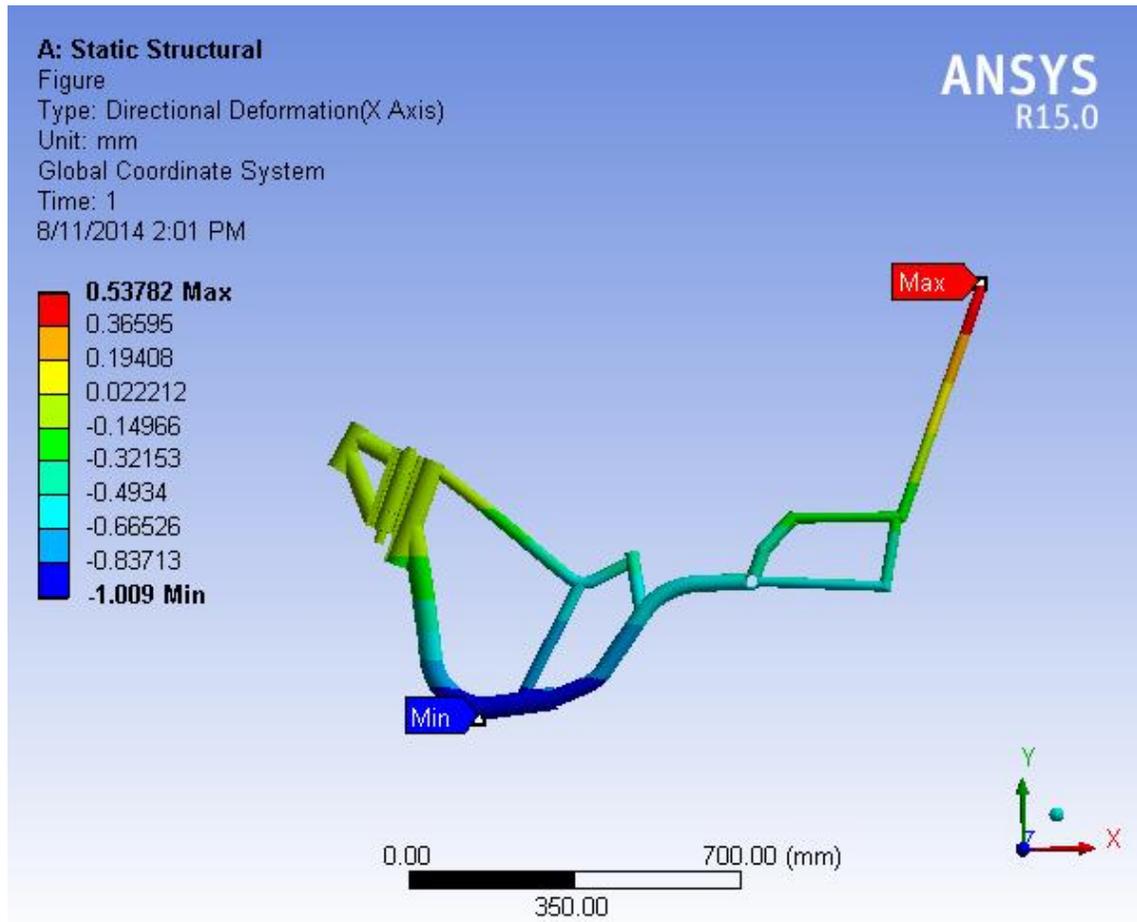


Figura 4.34 Deformación en el eje x por prueba de frenada
 Diseñado por: Arias Xavier (2014)

Según la figura 4.34, debido a las cargas con dirección hacia adelante existe una deformación de 0.5378 mm en el tubo que forma el espaldar del bastidor

El cual posee una longitud de 222 mm según la figura 4.35



Figura 4.35 Longitud - espaldar del bastidor

Diseñado por: Arias Xavier (2014)

Según los límites de flexión recomendados, se sugieren los siguientes límites:

Para la parte general de una máquina:

$$y_{max} = 0.0005 \text{ a } 0.003 \text{ in/in o mm/mm de longitud de viga.}$$

Se procede a calcular la flexión máxima de esta viga.

$$y_{max} = \frac{0.003 \text{ mm}}{\text{mm de longitud}} \times 222.468 \text{ mm} = 0.6674 \text{ mm}$$

La deformación existente en esta viga es igual a 0.5378 mm valor que no supera la flexión máxima permisible en este caso.

Por lo cual el bastidor no sufrirá ninguna fractura por deformación.

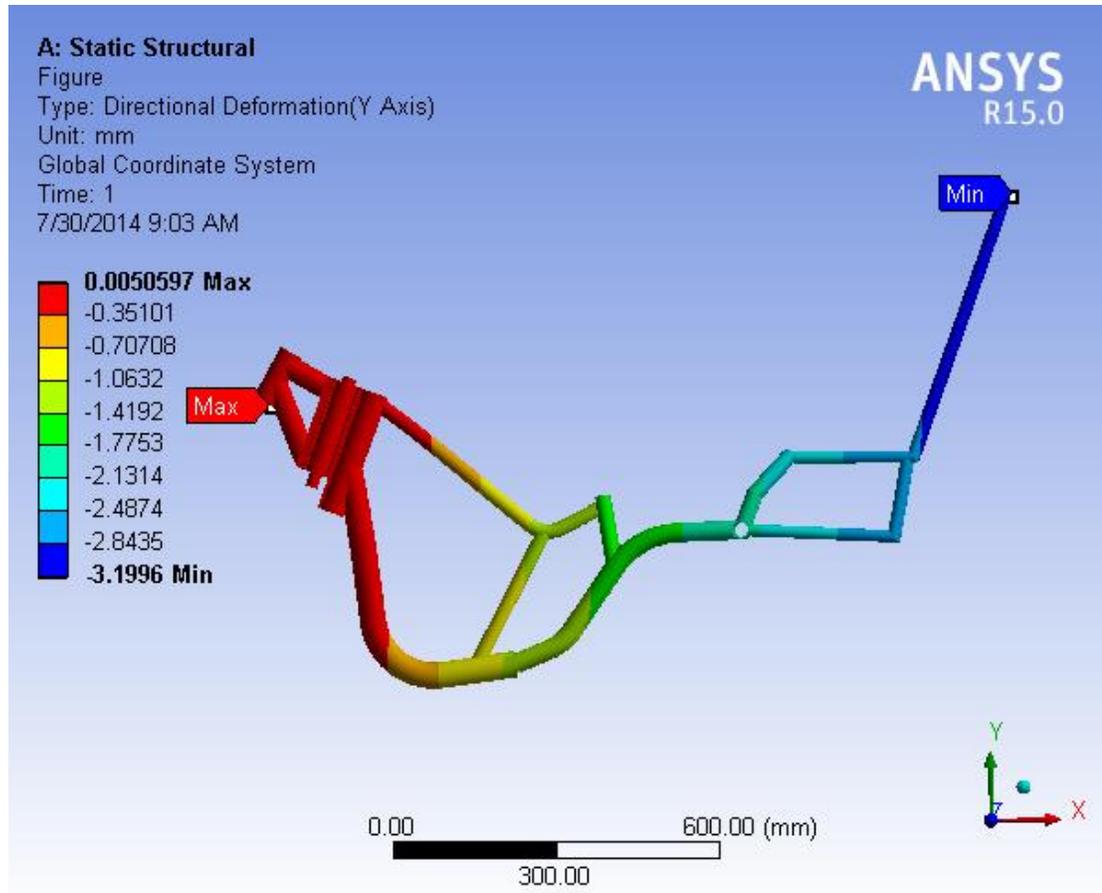


Figura 4.36 Deformación en el eje y por prueba de frenada

Diseñado por: Arias Xavier (2014)

Según la figura 4.36, existe una deformación de 0.005 mm en el tubo que se ancla con la suspensión delantera, debido a las cargas con dirección hacia delante.

El cual posee una longitud de 105.598 mm según la figura 4.37

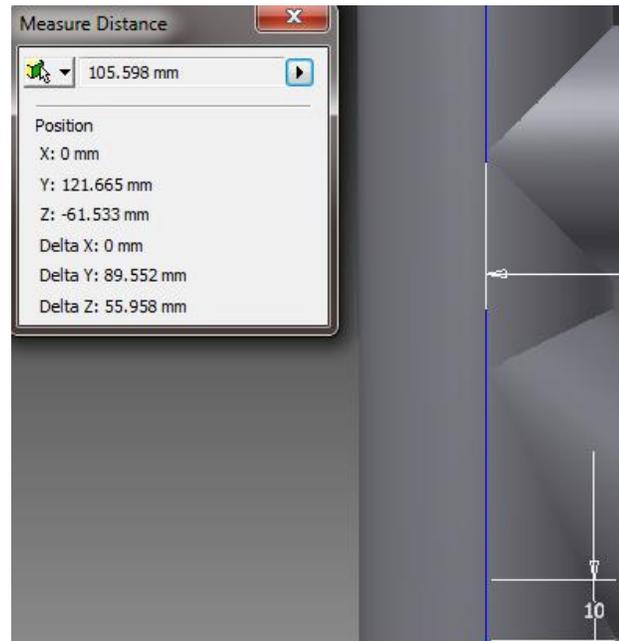


Figura 4.37 Longitud – tubo de unión a la suspensión

Diseñado por: Arias Xavier (2014)

Calculo de flexión máxima en la viga.

$$y_{max} = \frac{0.003 \text{ mm}}{\text{mm de longitud}} \times 105.598 \text{ mm} = 0.3167 \text{ mm}$$

La deformación existente en esta viga es igual a 0.005 mm valor que no supera la flexión máxima permisible en este caso.

Por lo cual el bastidor no sufrirá ninguna fractura por deformación.

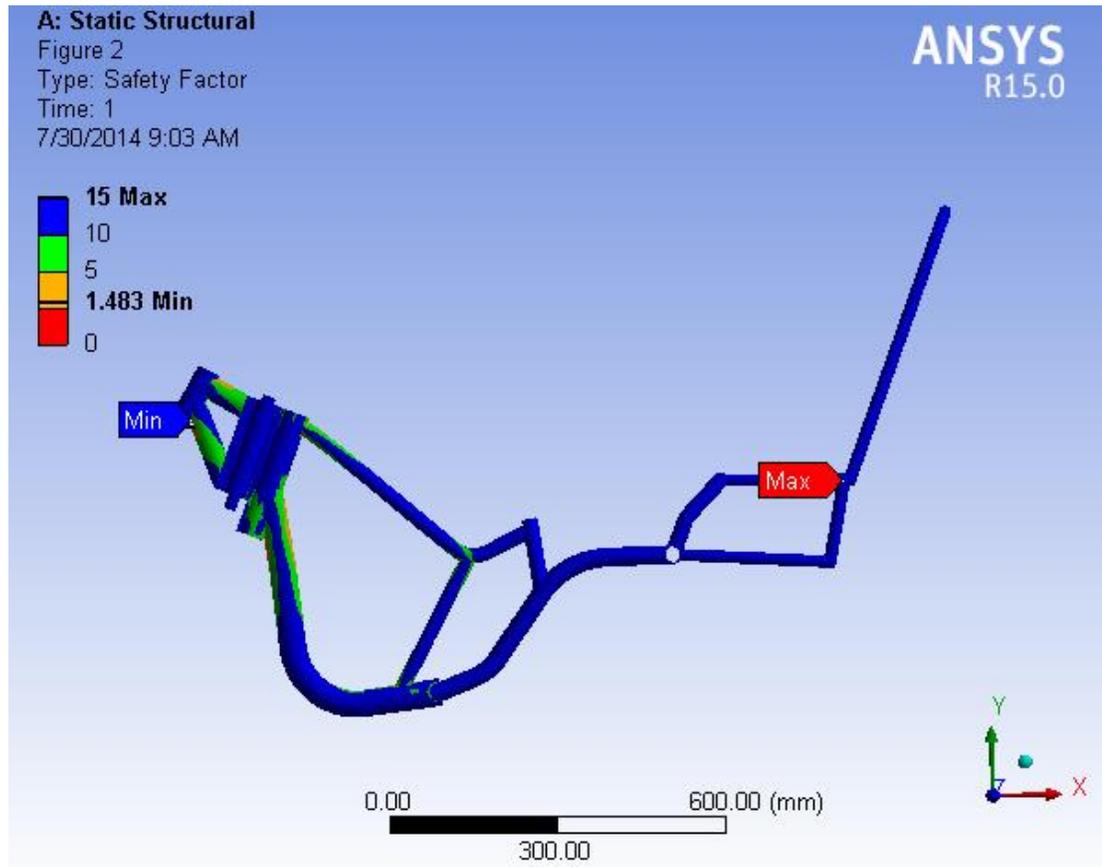


Figura 4.38 Factor de seguridad por prueba de frenada
 Diseñado por: Arias Xavier (2014)

Se puede observar que el lugar donde todo el peso de la motocicleta esta aplicado por acción del freno es el tubo que sostiene la dirección, tomando como ejemplo un caso extremo que difícilmente sucederá en la realidad, en la figura 4.38 el software muestra un factor de seguridad mínimo igual a 1.48, valor que supera el factor de seguridad recomendado para modelos probados contra experimentos igual a 1.3 según la tabla 4.2

Razón por la cual el diseño es seguro.

Tabla 4.4 Factores utilizados para determinar un factor de seguridad para materiales dúctiles

Información	Calidad de la información	Factor
		F1
Datos del material disponibles de pruebas	El material realmente utilizado fue probado	1.3
	Datos representativos del material disponibles a partir de pruebas	2
	Datos suficientemente representativos del material disponibles a partir de pruebas	3
	Datos poco representativos del material disponibles a partir de pruebas	5 +
		F2
Condiciones del entorno en el cual se utilizará	Idénticas a las condiciones de prueba del material	1.3
	Esencialmente en un entorno de ambiente de habitación	2
	Entorno moderadamente agresivo	3
	Entorno extremadamente agresivo	5+
		F3
Modelos analíticos para carga y esfuerzos	Los modelos han sido probados contra experimentos	1.3
	Los modelos representan al sistema con precisión	2
	Los modelos representan al sistema aproximadamente	3
	Los modelos son una burda aproximación	5+

Fuente: (Robert L. Mott, 2006)

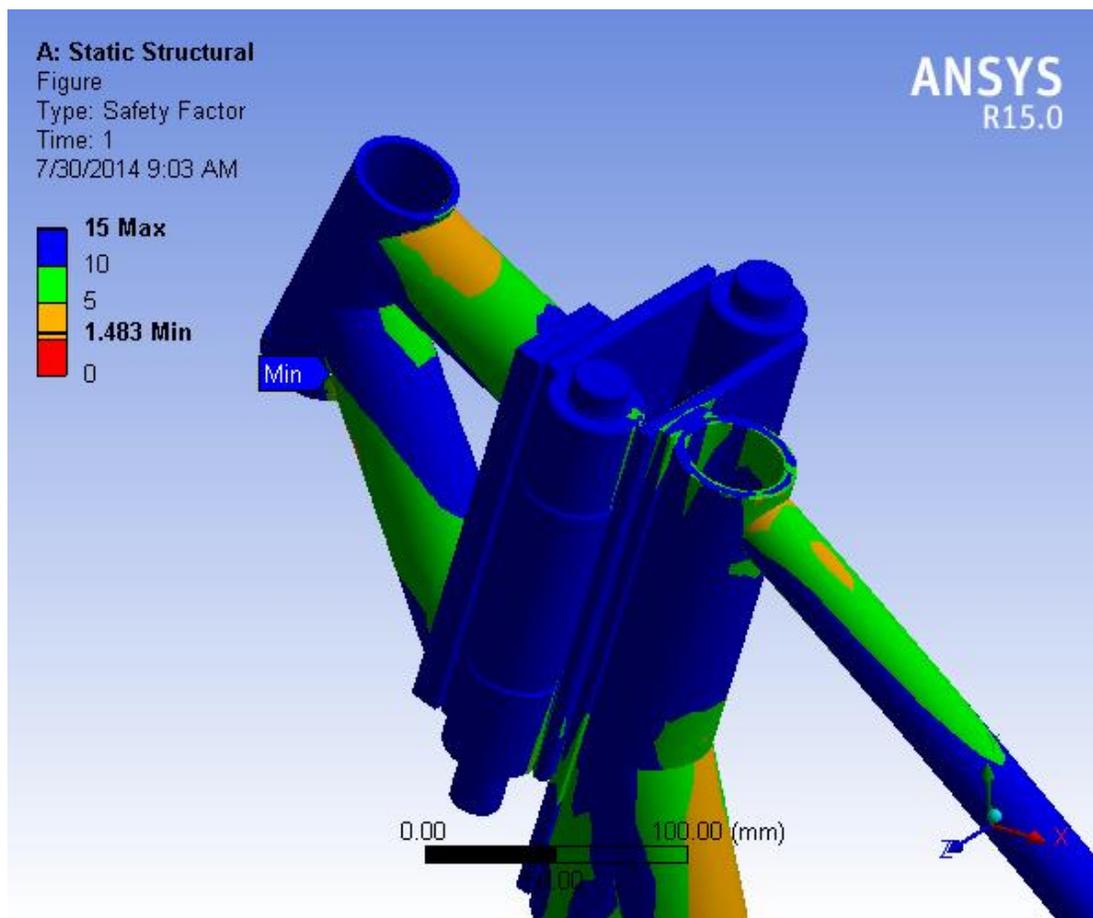


Figura 4.39 Factor de seguridad mínimo por prueba de frenada
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

En la figura 4.39 se muestra el esfuerzo máximo que se encuentra en la zona de anclaje del bastidor con la suspensión delantera.

Siendo este el sitio donde se encuentra el factor de seguridad más bajo del bastidor durante la presente prueba, en la etapa de construcción es muy importante tomarlo en cuenta para seleccionar el tipo de suelda apropiado y un cordón de suelda muy bien ejecutado con la finalidad de que esta pieza quede totalmente sujeta.

4.5.2 ESFUERZOS EN ACELERACIÓN MÁXIMA TRANSFERENCIA DE CARGA POR ACELERACIÓN.

En este caso se analiza cuando la motocicleta acelera a tal punto que la rueda delantera deja de hacer contacto con el suelo por lo tanto toda la carga se transfiere a la rueda trasera como se muestra en la figura 4.40, motivo por el cual este caso es crítico

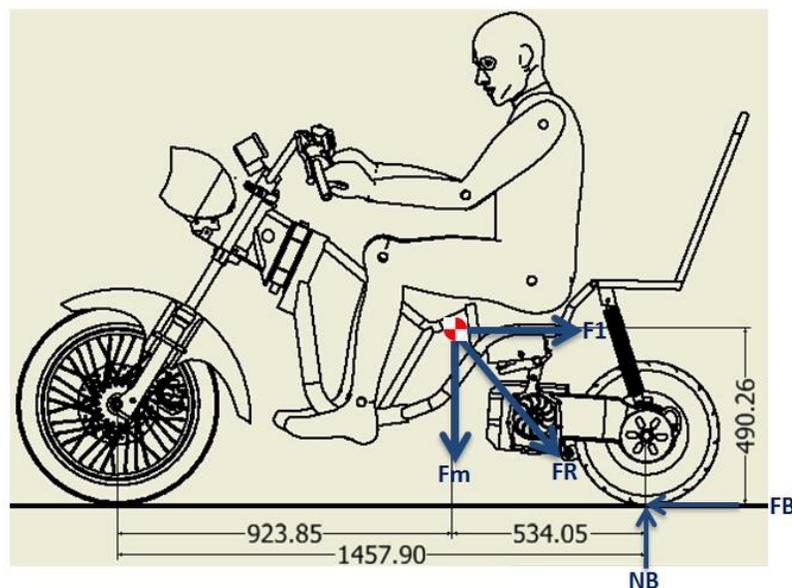


Figura 4.40 Fuerzas por aceleración
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

La fuerza resultante tiene esta dirección debido a que por un momento la tracción que se crea entre la rueda trasera y el suelo trata de moverse hacia adelante mientras que la masa suspendida de la motocicleta incluyendo al piloto se quedan quietos lo que hace que se transfiera toda la carga hacia la parte trasera de la moto. Un punto de vista más sencillo sería si se supone que la moto se mueve de adelante hacia atrás y el piloto frenara con la rueda trasera.

Haciendo sumatoria de fuerzas en el eje Y cuando la rueda delantera deje de tocar el suelo se tiene que:

$$\sum F_y = 0$$

$$N_B = F_m$$

$$N_B = 2144.4 \text{ N}$$

Haciendo sumatoria de momentos en B se encuentra el valor de F_1

$$\sum M_B = 0$$

$$F_1 * H_{cdg} = F_m * l_2$$

$$F_1 = \frac{F_m * l_2}{H_{cdg}}$$

$$F_1 = \frac{2144.4 \text{ N} * 0.534 \text{ m}}{0.49 \text{ m}}$$

$$F_1 = 2336.96 \text{ N}$$

Ahora conociendo el valor de la fuerza de inercia se puede encontrar el valor de la aceleración

$$a = \frac{f_1}{m}$$

$$a = \frac{2336.96 \text{ N}}{218.6 \text{ kg}}$$

$$a = 10.69 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Con este resultado es evidente que se necesita una menor aceleración para levantar la rueda delantera que para levantar la rueda trasera esto es debido a la ubicación del centro de masa en conjunto es decir que entre más larga sea la

distancia entre centros de rueda la moto tendrá un mejor comportamiento y será más estable.

A continuación se analizará el chasis ubicando las fuerzas encontradas, estas fuerzas van distribuidas en el chasis y la masa de cada elemento de la moto será multiplicada por la aceleración.

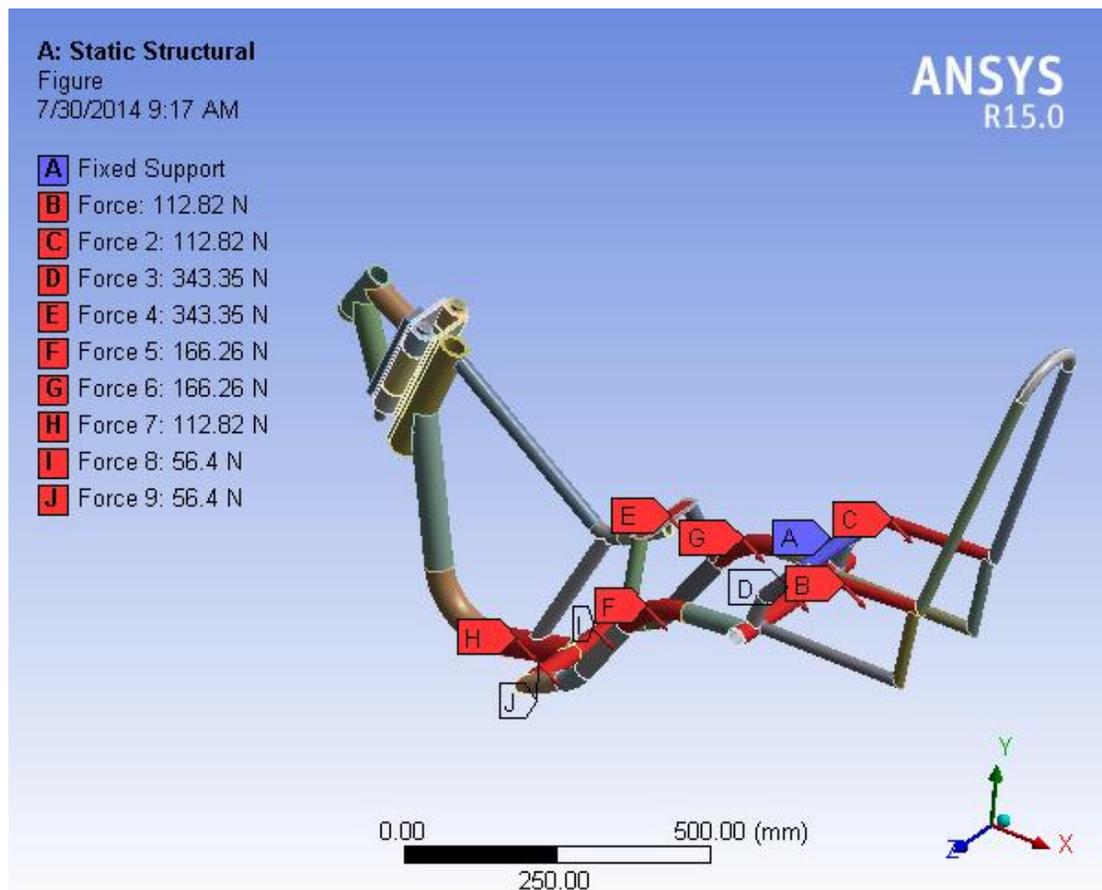


Figura 4.41 Fuerzas durante la aceleración

Diseñado por: Arias Xavier (2014)

La figura 4.41 muestra la ubicación de las fuerzas más grandes en el chasis, la flecha roja indica su dirección en este caso se dirigen hacia atrás por efecto de la aceleración.

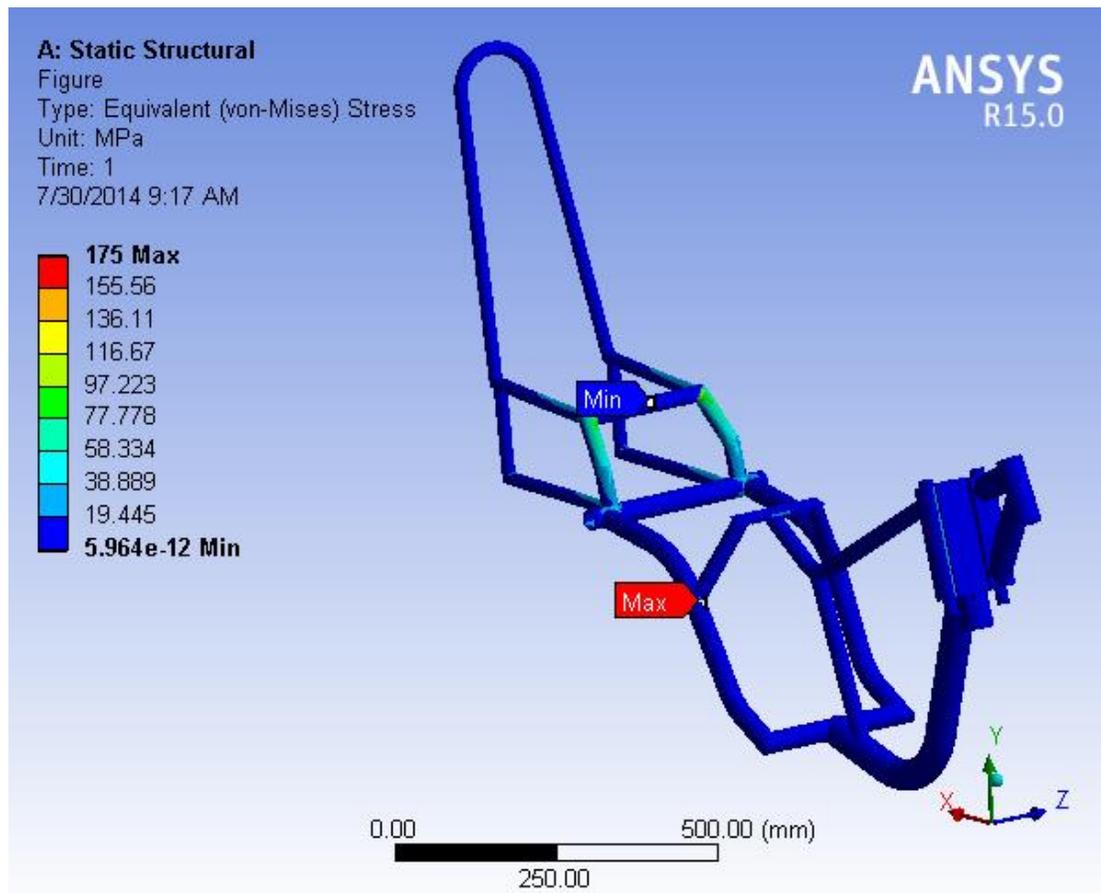


Figura 4.42 Esfuerzos por aceleración
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

La figura 4.42 muestra el análisis de esfuerzos ($\frac{N}{m^2}$) que se producen en el chasis a un caso extremo de aceleración, obteniendo un valor máximo de 175 MPa, donde comparando con el límite de fluencia del material empleado (ACERO ASTM A36) que es de 250 Mpa, garantiza que ningún elemento del chasis fallará ante los esfuerzos a los que está sometido

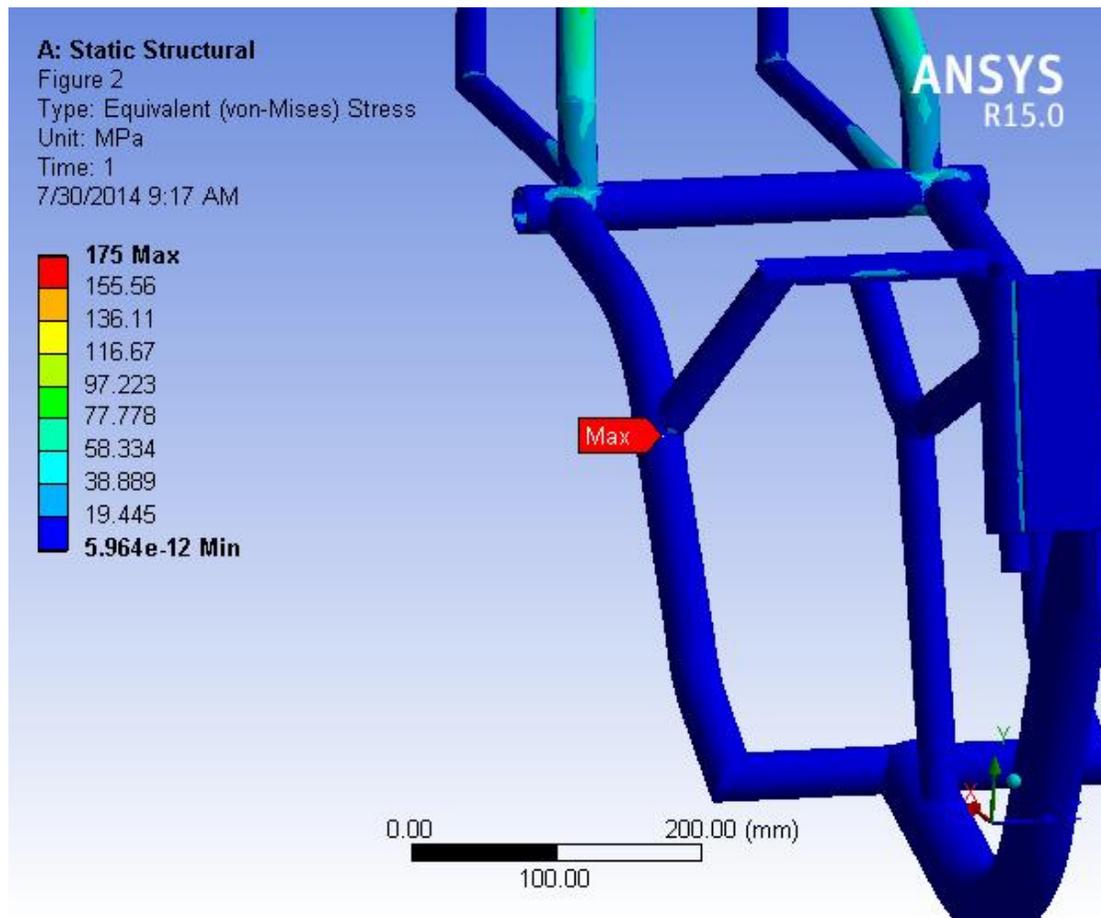


Figura 4.43 Esfuerzo máximo por aceleración

Diseñado por: Arias Xavier (2014)

La figura 4.43 muestra el punto de máximo esfuerzo de la estructura en aceleración, como es de imaginarse por la dirección hacia atrás de todas las cargas se encuentra en el tubo que está soportando la acción del peso del piloto

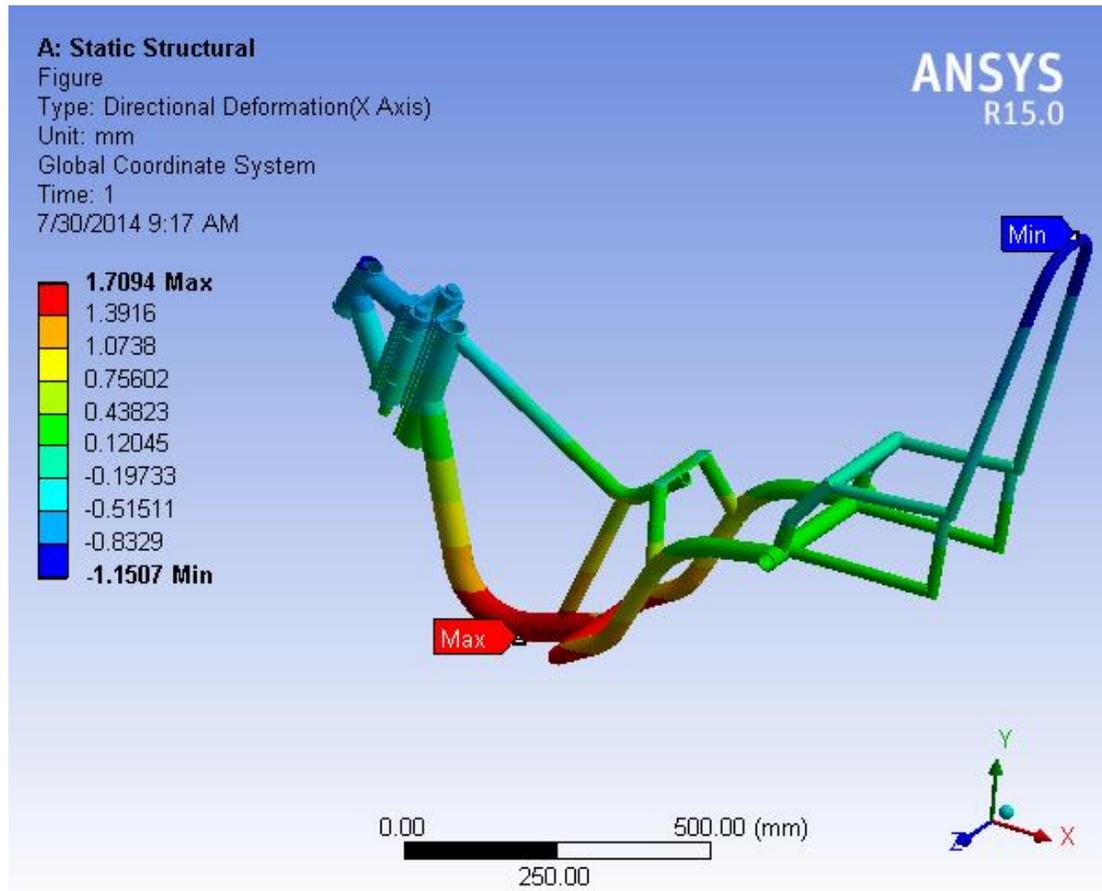


Figura 4.44 Deformación por aceleración en el eje x
 Diseñado por: Arias Xavier (2014)

Según la figura 4.44, existe una deformación de 1.7 mm en el tubo que forma la cuna simple cerrada el cual está soportando una batería además de ser el elemento principal que soporta la masa suspendida delantera.

El cual posee una longitud de 680 mm según la figura 4.45

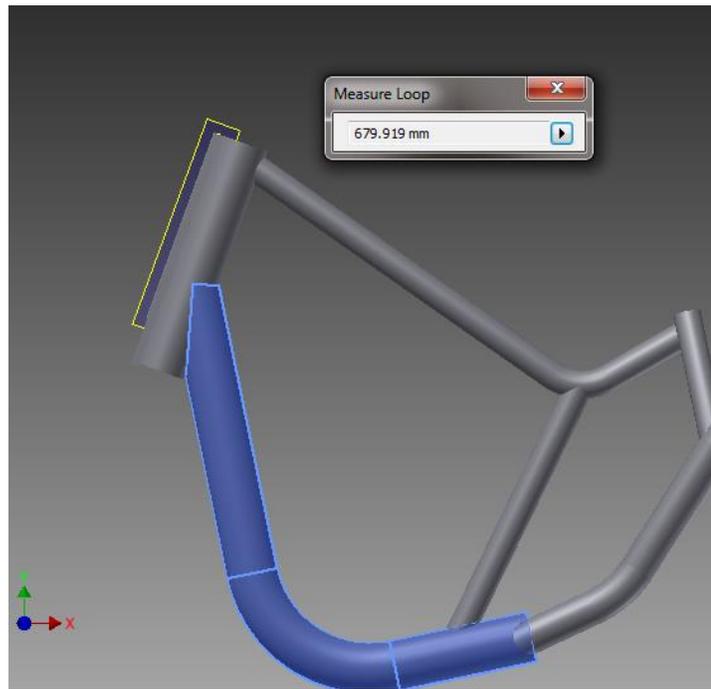


Figura 4.45 Longitud - tubo cuna simple
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

Calculo de flexión máxima en la viga.

$$y_{max} = \frac{0.003 \text{ mm}}{\text{mm de longitud}} \times 680 \text{ mm} = 2.04 \text{ mm}$$

La deformación existente en esta viga es igual a 1.7 mm valor que no supera la flexión máxima permisible en este caso.

Por lo cual el bastidor no sufrirá ninguna fractura por deformación.

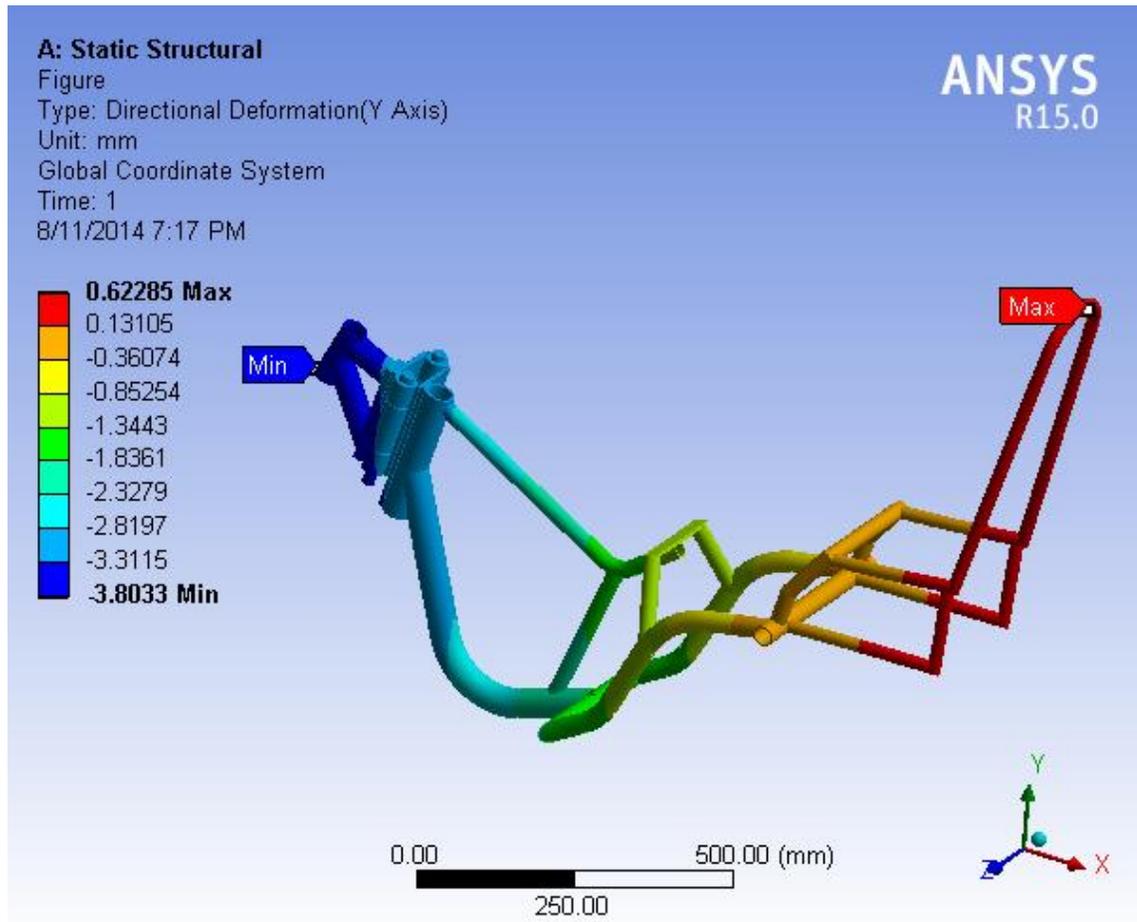


Figura 4.46 Deformación por aceleración en el eje y
 Diseñado por: Arias Xavier (2014)

Según la figura 4.46, existe una deformación de 0.70 mm en el tubo que forma el espaldar del asiento trasero, debido a las cargas con dirección hacia atrás por acción de la aceleración.

El cual posee una longitud de 222 mm según la figura 4.47

Calculo de flexión máxima en la viga.

$$y_{max} = \frac{0.003 \text{ mm}}{\text{mm de longitud}} \times 222 \text{ mm} = 0.666 \text{ mm}$$

La deformación existente en esta viga es igual a 0.62 mm valor que no supera la flexión máxima permisible en este caso.

Por lo cual el bastidor no sufrirá ninguna fractura por deformación.

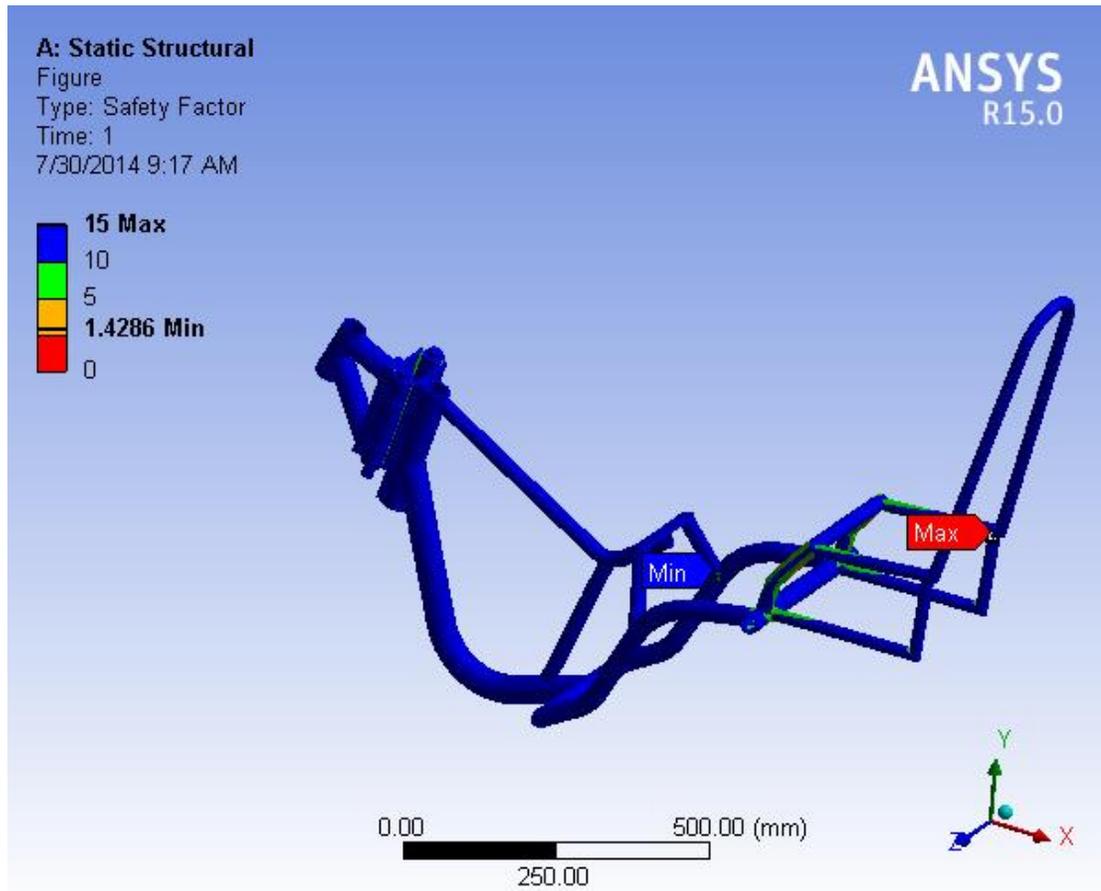


Figura 4.47 Factor de seguridad por prueba de aceleración
 Diseñado por: Arias Xavier (2014)

La figura 4.47 muestra el punto de máximo esfuerzo soportado por la estructura para este caso extremo de aceleración está ubicado en los tubos que soportan el peso del piloto

El software muestra un factor de seguridad mínimo igual a 1.42 valor que supera el factor de seguridad recomendado para modelos probados contra experimentos igual a 1.3 según la tabla 4.2

Razón por la cual el diseño es seguro.

En la etapa de construcción es muy importante tomar en cuenta este punto crítico susceptible a fallo, para la unión de estos tubos que soportan directamente la carga del piloto se debe seleccionar el tipo de suelda apropiado y un cordón de suelda muy bien ejecutado con la finalidad de que estas piezas queden totalmente sujetas.

4.5.3 ESFUERZOS EN CURVA

Todos los que han conducido una motocicleta saben que cuando entran a una curva se debe inclinar la motocicleta para contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga producto del cambio de dirección como se muestra en la figura 4.48.

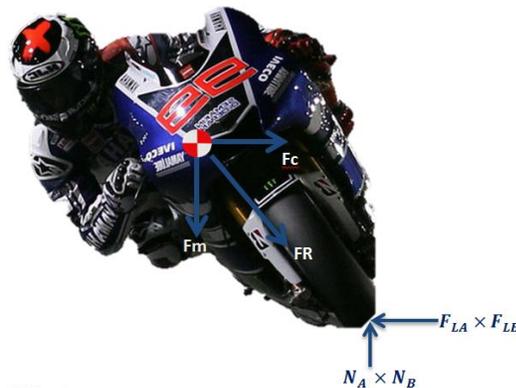


Figura 4.48 Fuerzas generadas en una curva

Fuente: Diseño y construcción de una motocicleta deportiva

Ahora por estudios anteriores se sabe que la fuerza centrífuga se rige por la siguiente ecuación.

$$F_c = m_t * \frac{V_t^2}{\rho}$$

Con la siguiente ecuación se establece el radio de la curva a la cual entraría la motocicleta dependiendo de su velocidad y dando un ángulo de inclinación,

con estos datos la ecuación anterior tiene una solución para encontrar el valor del radio de la curva y por consiguiente el valor de la fuerza centrífuga

$$\rho = \frac{m_t * V_t^2 * \tan \theta}{F_m}$$

Tabla 4.5 Resultados del radio de curvatura y la fuerza centrífuga

Datos			
Ms=	218.6	Kg	Masa Motocicleta
G=	9,8	m/s ²	Gravedad
Fm=	1873.7	N	Fuerza por el peso
Vt=	100	Km/h	Velocidad tangencial
Vt=	28	m/s	Velocidad tangencial
θ=	45	Grados	Inclinación de la moto
Resultados			
ρ=	79.91	m	Radio de curvatura
Fc=	2144.69	N	Fuerza centrífuga

Elaborado por: Arias Xavier (2014)

Ahora por los resultados obtenidos en la tabla anterior se observa que para dar una inclinación de 45° y una velocidad de 100 Km/h se necesita un radio de curvatura de 80 m donde se genera una fuerza centrífuga de 2144.69 N.

Entonces al desarrollar la ecuación de la fuerza centrífuga para encontrar el valor de la aceleración se tiene que esa aceleración es igual a 1G, luego la masa de los componentes que contiene la motocicleta debe ser multiplicada por esta aceleración y se ubicaran a 45 grados en el chasis.

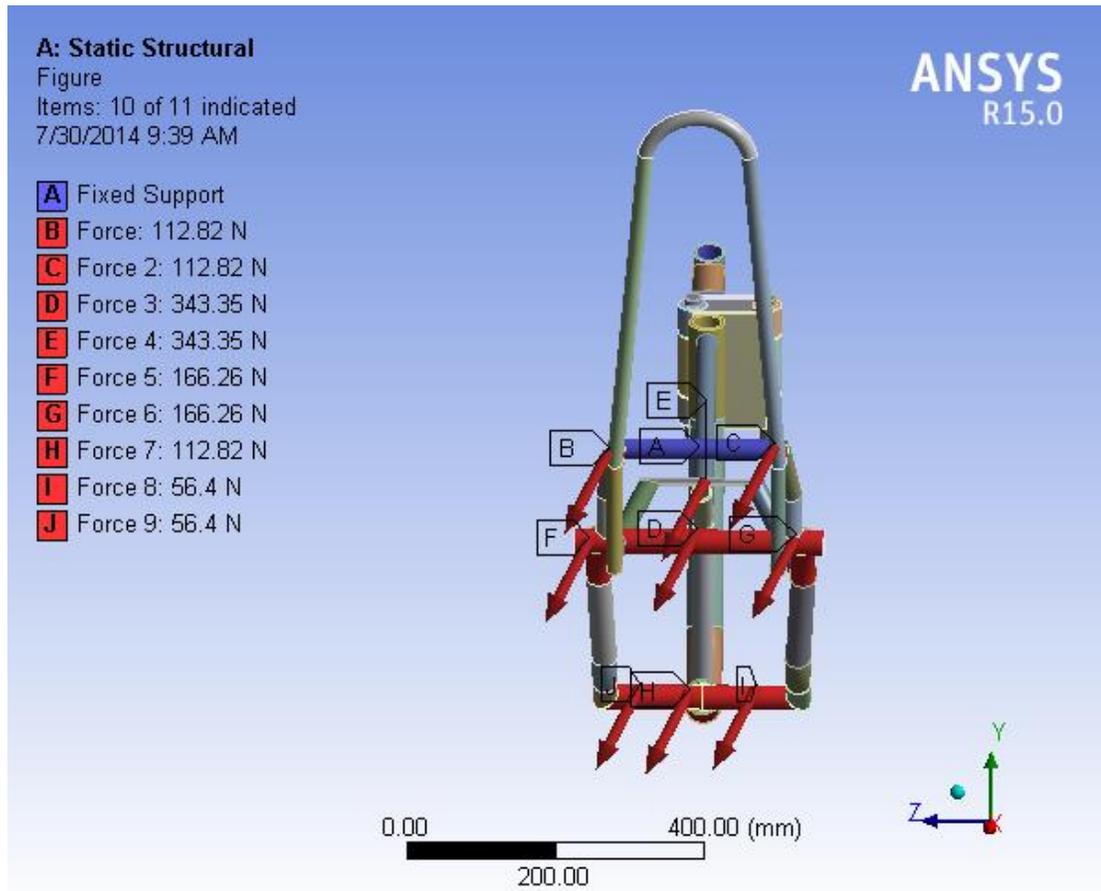


Figura 4.49 Ubicación de fuerzas en una curva

Diseñado por: Arias Xavier (2014)

En la figura 4.49 se muestra la simulación de como las cargas se ubican cuando la motocicleta toma una curva con inclinación al lado izquierdo, tomando como puntos fijos los soportes de los neumáticos tanto delantero como trasero.

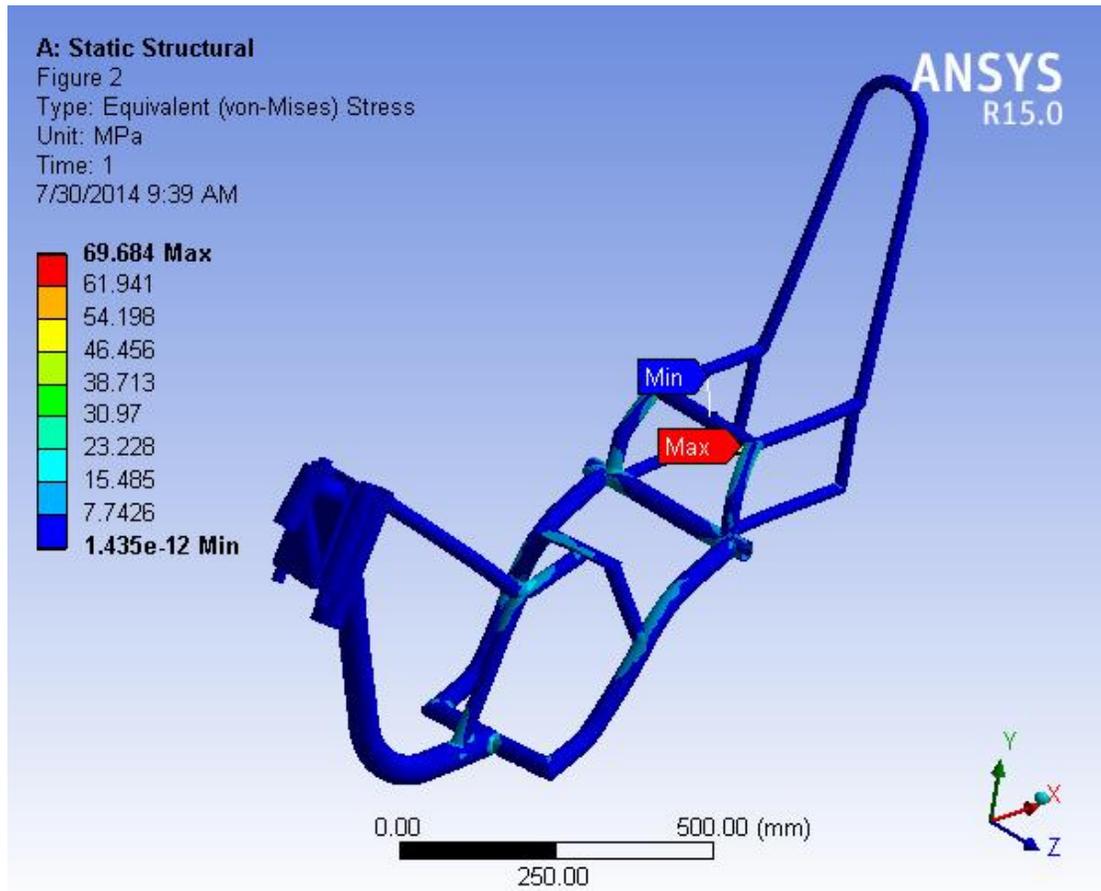


Figura 4.50 Esfuerzos en una curva
 Diseñado por: Arias Xavier (2014)

La figura 4.50 muestra la distribución de esfuerzos en el chasis cuando se toma una curva con un radio de 80 m a 100 Km/h y con una inclinación hacia el lado izquierdo. El análisis muestra los esfuerzos ($\frac{N}{m^2}$) que se producen en el chasis en un caso extremo de curvatura, obteniendo un valor máximo de 69.68 MPa, donde comparando con el límite de fluencia del material empleado (ACERO ASTM A36) que es de 250 Mpa, garantiza que ningún elemento del chasis fallará ante los esfuerzos a los que está sometido.

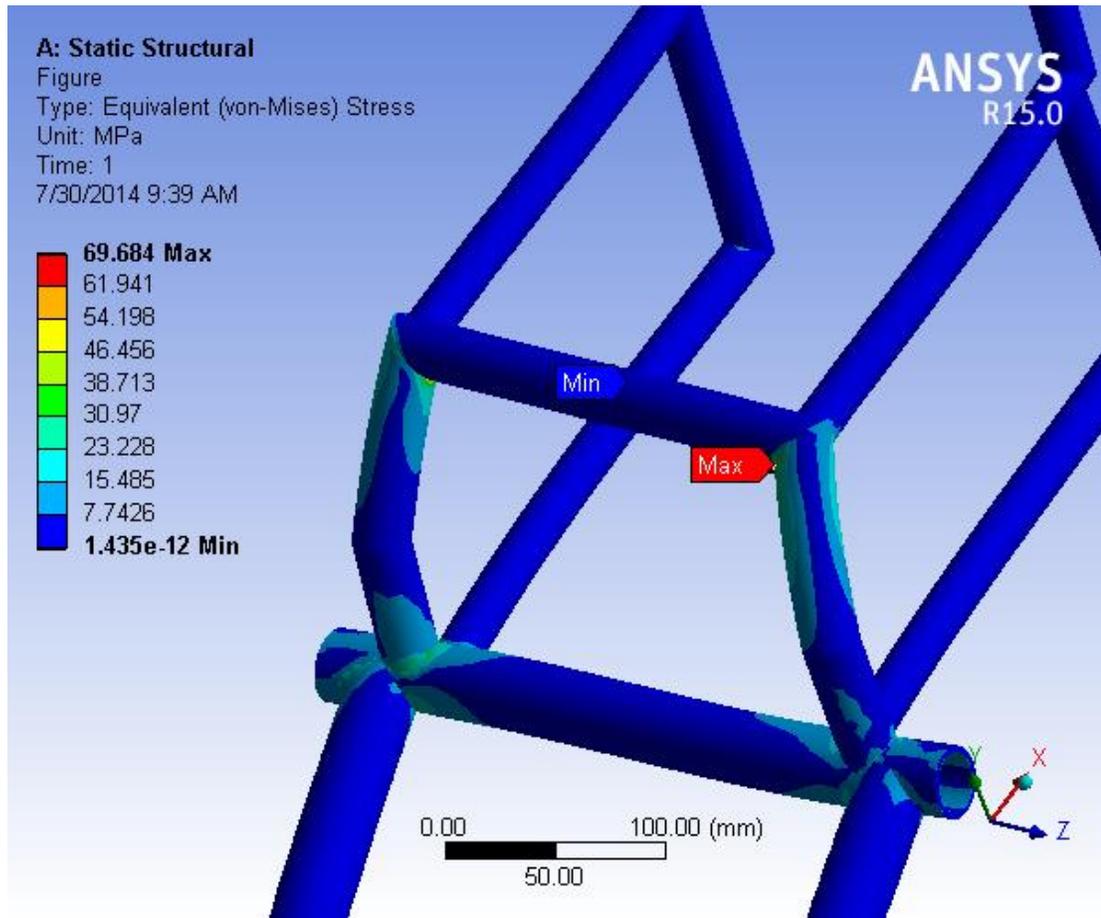


Figura 4.51 Esfuerzo máximo durante una curva
 Diseñado por: Arias Xavier (2014)

En la figura 4.51 se muestra el punto donde se concentra el esfuerzo máximo en el bastidor debido a las cargas generadas en una curva se ubica en el elemento de unión con la suspensión trasera, este análisis es de gran ayuda para en la fase de construcción tomar medidas y reforzar esas uniones.

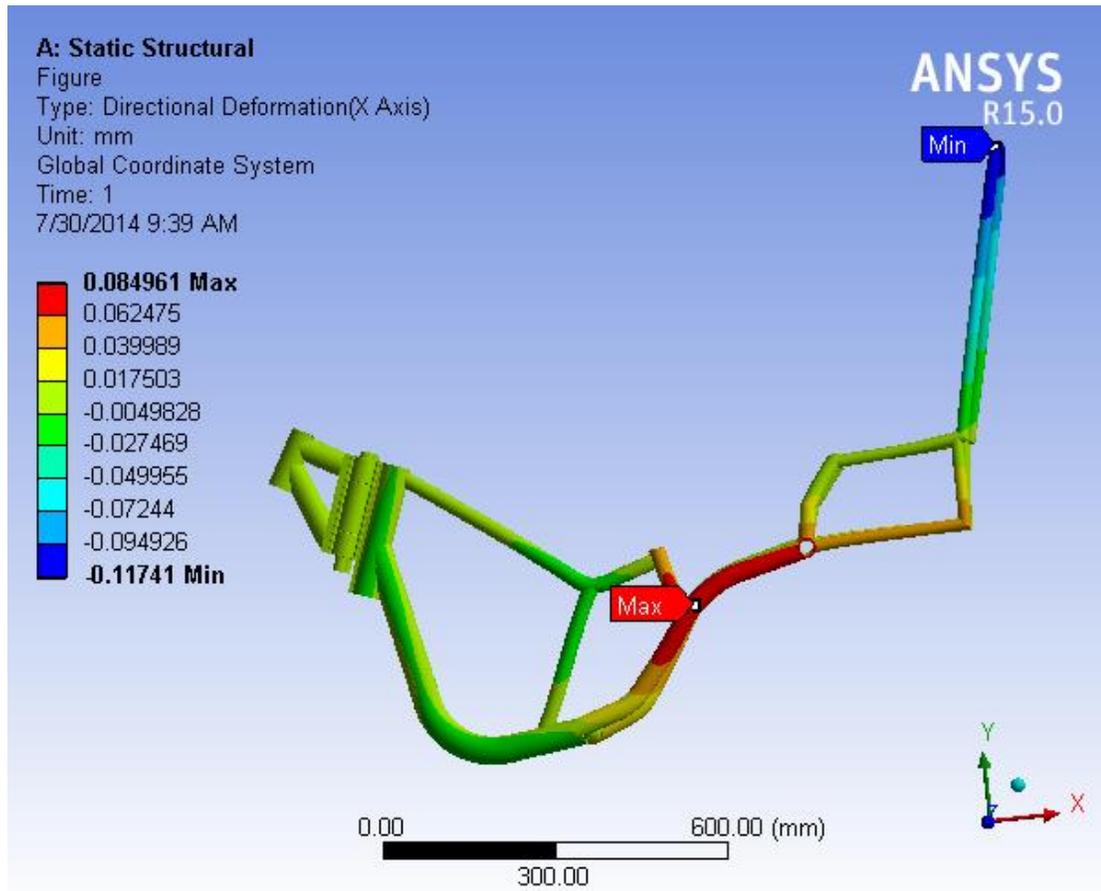


Figura 4.52 Deformación en el eje x durante una curva
 Diseñado por: Arias Xavier (2014)

Según la figura 4.52, existe una deformación de 0.084 mm en el tubo que soporta el peso del piloto, el motor y la base del mismo.

El cual posee una longitud de 515 mm según la figura 4.53

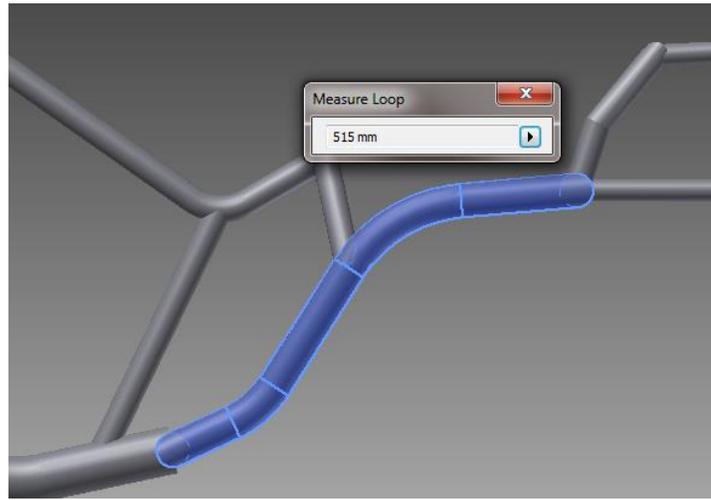


Figura 4.53 Longitud – elemento que sujeta el basculante
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

Calculo de flexión máxima en la viga.

$$y_{max} = \frac{0.003 \text{ mm}}{\text{mm de longitud}} \times 515 \text{ mm} = 1.545 \text{ mm}$$

La deformación existente en esta viga es igual a 0.084 mm valor que no supera la flexión máxima permisible en este caso.

Por lo cual el bastidor no sufrirá ninguna fractura por deformación.

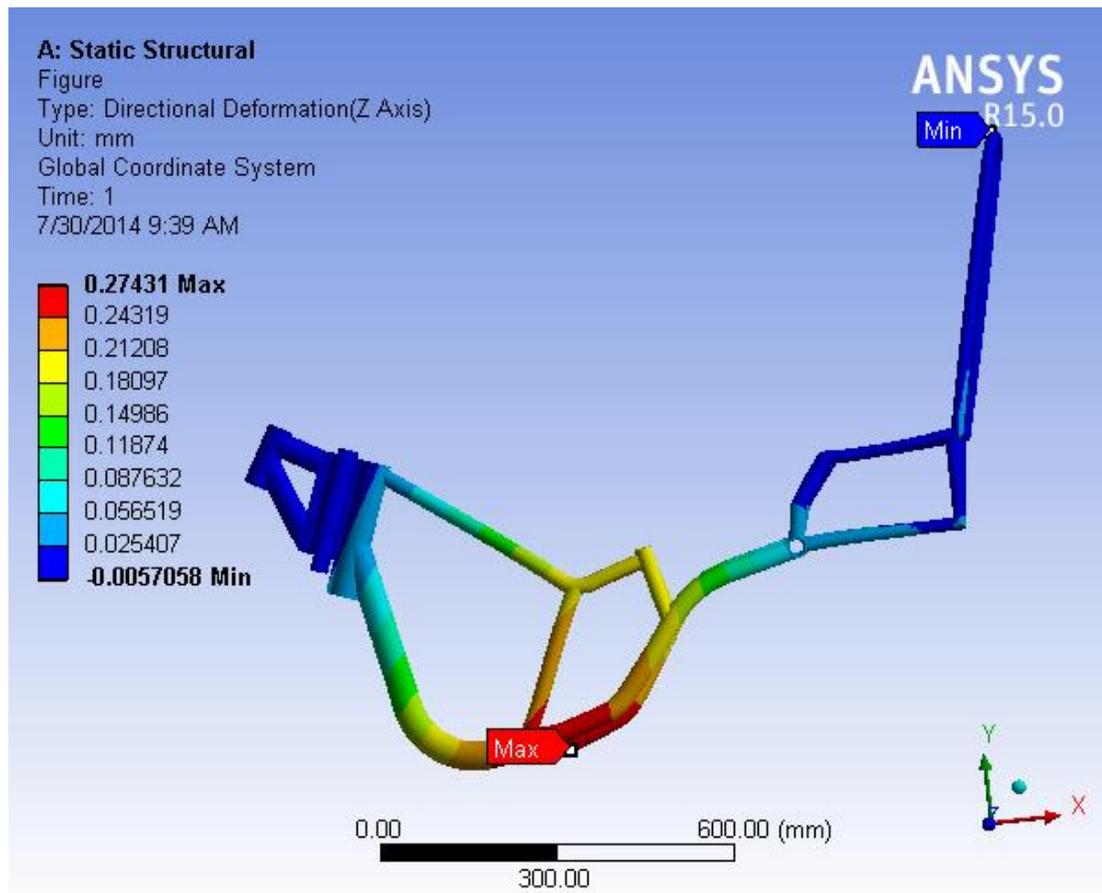


Figura 4.54 Deformación en el eje z durante una curva
 Diseñado por: Arias Xavier (2014)

Según la figura 4.54, existe una deformación de 0.27 mm en el tubo que soporta una batería y la cuna simple del bastidor.

El cual posee una longitud de 260 mm según la figura 4.55

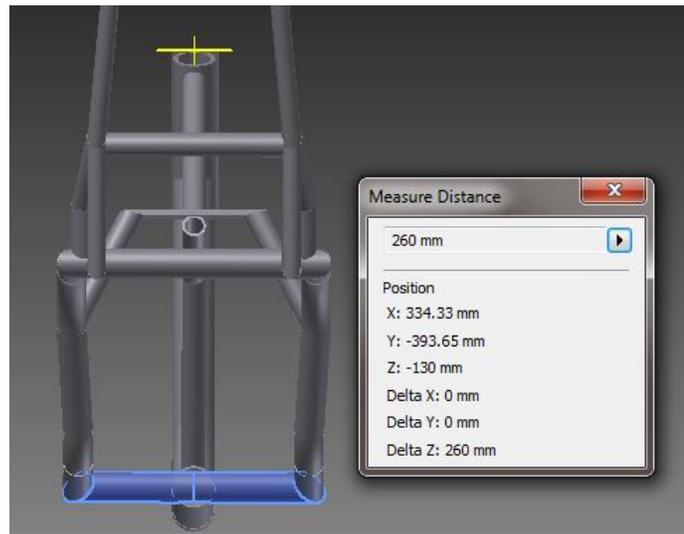


Figura 4.55 Longitud - tubo de soporte de batería
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

Calculo de flexión máxima en la viga.

$$y_{max} = \frac{0.003 \text{ mm}}{\text{mm de longitud}} \times 260 \text{ mm} = 0.78 \text{ mm}$$

La deformación existente en esta viga es igual a 0.27 mm valor que no supera la flexión máxima permisible en este caso.

Por lo cual el bastidor no sufrirá ninguna fractura por deformación.

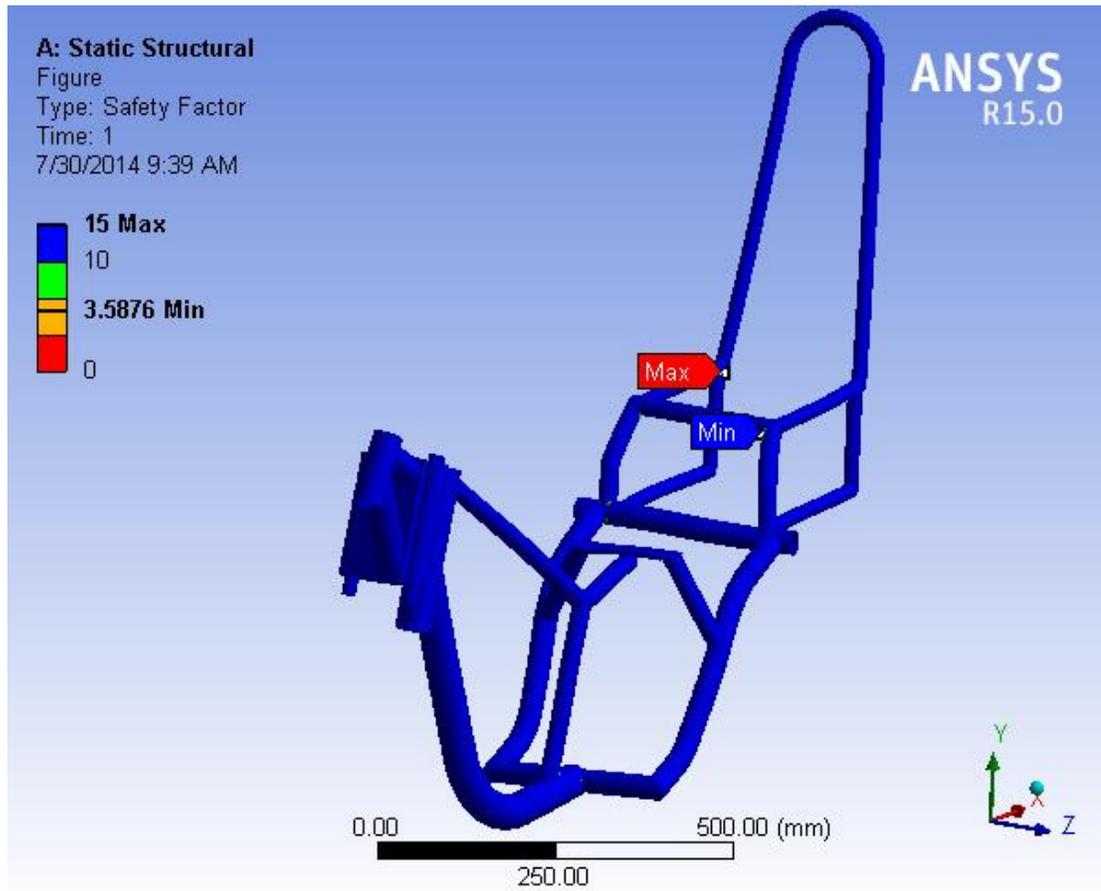


Figura 4.56 Factor de seguridad en la prueba de curvatura
 Diseñado por: Arias Xavier (2014)

Esta opción de ANSYS nos es de vital importancia para determinar el factor mínimo de seguridad en el bastidor que en este caso está ubicado en el tubo que se une a la suspensión trasera.

En la figura 4.56 el software muestra un factor de seguridad mínimo igual a 3.58 valor que supera el factor de seguridad recomendado para modelos probados contra experimentos igual a 1.3 según la tabla

Razón por la cual el diseño es seguro.

CAPÍTULO 5

CONSTRUCCIÓN DEL BASTIDOR Y MONTAJE DE ELEMENTOS

5.1 CORTE, DOBLADO Y MAQUINADO DE LOS TUBOS

El proceso de corte de tubos se lo realizo siguiendo los planos extraídos del software de modelación para cada caso como se muestra en la figura 5.1



Figura 5.1 Herramienta para corte de tubos
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

El tipo de corte es sobre medida del 0.5% de su longitud para evitar problemas por perdida de material en momento de corte como se muestra en la figura 5.2



Figura 5.2 Corte tubo frontal del bastidor
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

En las platinas que servirán de base para las baterías es necesario hacer un trabajo de biselado para que encajen correctamente como se muestra en la figura 5.3



Figura 5.3 Biselado de platinas
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

En la figura 5.4 se muestra el diseño del bastidor que posee tubos con forma curva, para lo cual se procedió a doblarlos hasta obtener los resultados esperados en cada caso.



Figura 5.4 Tubo frontal del bastidor doblado
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

Una vez que se ha finalizado los trabajos de unión para platinas y tubos se procede a la soldadura, en este caso soldadura SMAW como se muestra en la figura 5.5



Figura 5.5 Unión de bases de batería
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

5.2 MONTAJE DEL BASTIDOR

El bastidor fue construido con los requerimientos que se planteó en el proyecto, tales como dimensiones y resistencias

La suelda de tipo SMAW empleada en el bastidor permitió un acabado que satisface las necesidades del proyecto y con un depósito de soldadura entre los elementos unidos que garantiza los esfuerzos en el bastidor

Basándose en el capítulo anterior que se indicó los puntos críticos en donde están concentrados los mayores esfuerzos en el bastidor, se empleó el electrodo E 7018 para el trabajo de unión de los mismos, debido al elevado límite de fluencia que posee este electrodo.

En la figura 5.6 se muestra el bastidor y la implementación del mecanismo de plegado



Figura 5.6 Bastidor instalado el mecanismo de plegado
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

En la figura 5.7 se muestra la primera apariencia que tomo el diseño montando algunos sistemas como suspensión, dirección y plegado



Figura 5.7 Bastidor con suspensión y dirección

Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

5.3 IMPLEMENTACIÓN DE ACCESORIOS

La disponibilidad de accesorios en una motocicleta más allá de un lujo se ha convertido en una necesidad debido a que estos en muchas ocasiones sirven para brindar una conducción segura al motociclista, a continuación se detallan los accesorios que se implementó en la motocicleta eléctrica.

LUCES FRONTALES

En la figura 5.8 se muestra las luces frontales instaladas en la motocicleta las cuales servirán como luces guías para viraje, y la luz principal de camino para manejo durante la noche.



Figura 5.8 Luces frontales
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

LUCES TRASERAS

En la figura 5.9 se muestra las luces traseras instaladas, como son las luces guías de viraje y la luz de freno, las cuales permiten realizar al piloto maniobras seguras



Figura 5.9 Luces traseras
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

TABLERO INDICADOR

En la figura 5.10 se muestra el tablero de la motocicleta, el cual dispone de un velocímetro que será vital a la hora de manejo, también dispone de un reloj que nos ayudara a controlar el tiempo de descarga de las baterías el cual es de 2 horas con 70 Km de autonomía.



Figura 5.10 Velocímetro

Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

VOLTÍMETRO

En la figura 5.11 se muestra el voltímetro instalado en la motocicleta el cual deberá mostrar valores que oscilen entre 44.9 y 51.2 V para un buen desempeño de la motocicleta.



Figura 5.11 Voltímetro

Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

BOCINA

En la figura 5.12 se muestra la bocina que será usada exclusivamente en casos de emergencia y no de manera innecesaria



Figura 5.12 Bocina

Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

RETROVISORES

En la figura 5.13 se muestra el retrovisor de la motocicleta, siendo este un accesorio de vital importancia para el piloto a la hora de hacer maniobras como rebasar o frenar en carretera.

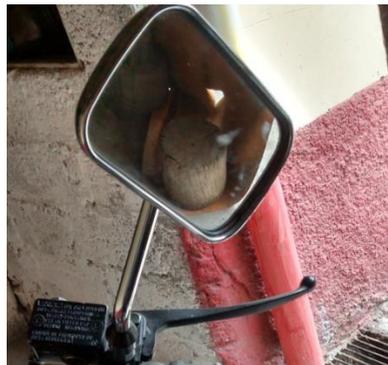


Figura 5.13 Retrovisor

Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

Una vez armada la motocicleta se procede a la verificación de las cotas básicas de la misma comparándolas con el diseño preliminar como se puede ver en la figura 5.14.

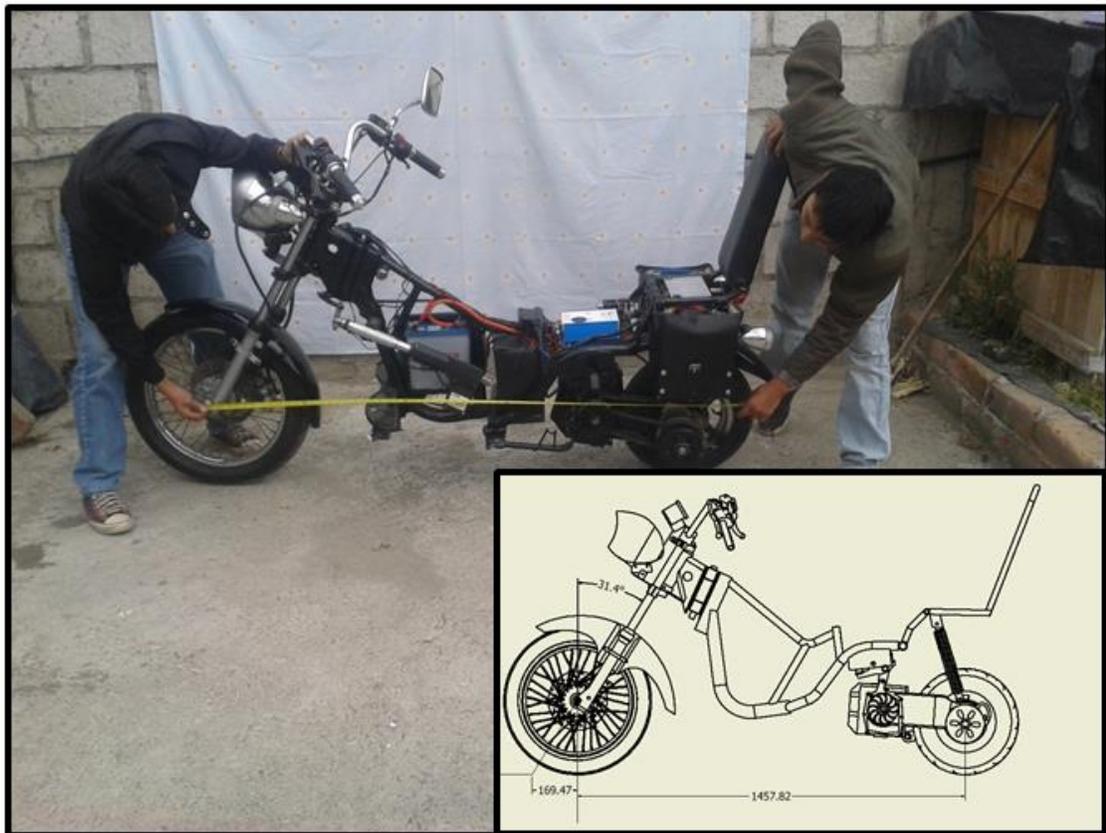


Figura 5.14 Distancia de ejes
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

Se obtuvo una distancia entre ejes de 1.45 m tanto en el programa de diseño como en la motocicleta construida.

Mientras que el Ángulo de avance formado entre el eje de la dirección con respecto a la vertical es igual a 31.4° en el programa de diseño siendo el avance real de la motocicleta igual a 33° , diferencia que se debe al tamaño de rueda seleccionado.

CAPÍTULO 6

PROTOCOLO DE PRUEBAS

En este capítulo se detalla la comprobación de todos los sistemas que conforman la motocicleta, motivo por el cual los investigadores del proyecto final autorizan la publicación del presente capítulo en los tres escritos, de igual redacción y contenido.

Una parte muy importante del diseño es conceptualizar el protocolo de pruebas, pues mediante este se puede verificar y comprobar los resultados de los objetivos planteados al inicio de la investigación.

Dentro del protocolo de pruebas se considera necesario analizar el modo de funcionamiento de la motocicleta eléctrica plegable, para lo cual se realizó las pruebas en estado estático y en ruta registrando todos los datos obtenidos, se comparó la motocicleta de motor eléctrico con el de motor de combustión interna, y finalmente se ha elaborado un formato mediante el cual podemos aceptar o no el desarrollo del proyecto.³⁻⁴

6.1 MODO DE FUNCIONAMIENTO

La motocicleta eléctrica funciona de la siguiente manera:

³ Arias Pérez, X. A. (2014). Diseño de la Bastidor, Chasis y Sistemas Auxiliares de una Motocicleta Eléctrica Plegable. (Tesis pregrado inédita). Departamento de Energía y Mecánica. Universidad de Las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga.

⁴ Tutillo Taipe, J. O. (2014). Diseño y construcción del tren motriz de una Motocicleta Eléctrica Plegable. (Tesis pregrado inédita). Departamento de Energía y Mecánica. Universidad de Las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga.

6.1.1 DEL SISTEMA ELÉCTRICO

En la figura 6.1 se muestra la motocicleta con la ubicación de los elementos del sistema eléctrico motriz en donde, el circuito inicialmente se encuentra abierto y debe ser cerrado con el interruptor ubicado en el manubrio derecho, además es necesario indicar que debajo del interruptor del motor se encuentra un interruptor que controla la activación de luces y accesorios.

El sistema no cuenta con una llave ya que contará con un sistema de plegado que a más de realizar una disminución de espacio de estacionamiento, servirá como un sistema de seguridad, debido a que físicamente la motocicleta no podrá movilizarse con un neumático elevado. El sistema de plegado tan solo se podrá activar o desactivar con un Smartphone vinculado con la tarjeta arduino.

El circuito se energizará, escuchándose un ligero sonido emitido por el contactor Albright 36-48 v SW180 (200A Cont.), quien interactúa como punto de conexión entre el circuito de control y circuito de potencia del motor eléctrico.

El Twist-Grip Throttle, Permitirá la aceleración gradual mediante órdenes que enviará al controlador.

El controlador Alltrax Axe es el encargado de procesar las órdenes enviadas por el acelerador para enviarlas al motor eléctrico y generar el par motor.

El diodo junto con el fusible conforman los elementos de control mismos que evitarán que el controlador Alltrax Axe y el motor eléctrico PMG 132 sufran desperfectos por los picos de tensión generados en el sistema.



Figura 6.1 Ubicación de los elementos del sistema eléctrico motriz
Autores: Arias, De La Cruz, Tuttilo (2014).

6.1.2 DEL SISTEMA PLEGABLE

En la figura 6.2 se muestra la interfaz del software de plegado el mismo que cuando la motocicleta se encuentre en reposo el circuito deberá ser cerrado por el interruptor ubicado en el manubrio izquierdo.

El circuito energizará al controlador de la automatización Arduino Uno, el cual es responsable de guardar y ejecutar las órdenes programadas.

El Smartphone ejecutará la orden para que ARDUINO UNO pueda empezar el proceso, dicha comunicación se realizará mediante Bluetooth.



Figura 6.2 Interfaz principal APP
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

Es importante mencionar que existen dos mandos de operación la automática y la manual las mismas que se presentan en la interfaz del APP.

A continuación se detallará el proceso automático de plegado, se inicia el proceso de plegado pulsando el botón Fold.

Arduino uno interactuará con los tres actuadores eléctricos, mediante un circuito de potencia diseñado para el proyecto.

El actuador en ejecutarse primero será el del mecanismo de elevación, tras 30 segundos un final de carrera realizará la función de apagar el actuador y activar el siguiente.

El siguiente actuador en accionarse tras la orden del final de carrera es el mecanismo del pin, quien elevará el pin y permitirá que el siguiente actuador realice el proceso final.

El último actuador en activarse es un pistón eléctrico el cual se observa en la figura 6.3, el cual tras un recorrido de 230 mm se detendrá, consiguiendo el plegado total de la motocicleta

Para el proceso de deploy, empieza con una orden enviada desde el Smartphone, y el proceso es inverso, teniendo en cuenta que a la altura de la bisagra se encuentra un sensor que permitirá mayor control del proceso automatizado.



Figura 6.3 Ubicación de los elementos del plegado
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

6.2 PRUEBAS

6.2.1 EN ESTADO ESTÁTICO

a. DE LA CARROCERÍA Y CHASIS

Tras inspeccionar visualmente el estado de cada uno de los elementos que conforman la carrocería y chasis, se procedió a medirlos.

Como se observa en la figura 6.4 se ha tomado en cuenta el largo, ancho y alto total de la motocicleta, ya que es importante comprobar los datos para posteriormente poderlos validar con los valores de diseño.



Figura 6.4 Longitud de la motocicleta
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

Como se observa en la figura 6.5 de igual manera se determinó el peso de la motocicleta mediante la utilización de dos balanzas ubicadas en debajo de cada neumático, tal y como se muestra en la figura.



Figura 6.5 Peso de la motocicleta
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

Se tabularon los distintos datos en la siguiente tabla.

Tabla 6.1 Parámetros de Motocicleta

Distancia	Longitud	205 cm
	Alto	110 cm
	Ancho	90 cm
Masa	Eje a Eje	145 cm
	Delantero	43,6 kg
	Trasero	85 kg

Elaborado por: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

b. DEL TREN MOTRIZ

De igual manera se realiza la inspección visual y acústica del tren motriz, determinándose visualmente el desplazamiento de la polea al alcanzar las rpm adecuadas por el motor.

Para la realización de esta prueba fue necesario que el neumático trasero se encuentre elevado por un banco elevador.

Como se muestra en la figura 6.6 en cuanto a la inspección acústica se pudo determinar mediante un sonómetro que en un inicio la contaminación sonora es nula, sin embargo al incrementar las rpm se obtiene 66 db de ruido, mientras que el nivel de ruido permisible según la Agencia Nacional de Tránsito para motocicletas es de 80 db, por lo cual el ruido de la motocicleta eléctrica construida aporta a la disminución de la contaminación sonora.



Figura 6.6 Sonómetro activado
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

c. DEL SISTEMA DE FRENADO, SUSPENSIÓN, DIRECCIÓN Y PLEGADO

Se ha considerado analizar la facilidad de giro en el volante, y se pudo determinar que existe una gran versatilidad de giro debido al ángulo de lanzamiento empleado el cual se observa en la figura 6.7, demostrando que dicho ángulo es ideal para conducción urbana.



Figura 6.7 Ángulo de lanzamiento
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

En el sistema de suspensión se ha determinado la variación de distancia de los muelles y de las horquillas de la suspensión delantera, bajo dos condiciones, la primera sin ocupantes, y la segunda con un ocupante de peso promedio.

En la siguiente tabla se observa los datos obtenidos de dicha medición de ángulos.

Tabla 6.2 Parámetros de la Motocicleta

Sin Ocupante	Muelle Trasero	244 mm
	Suspensión delantera	144 mm
Un Ocupante	Muelle Trasero	232 mm
	Suspensión delantera	128 mm
Ángulo de Lanzamiento		33°

Elaborado por: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

En cuanto al sistema de frenos se visualiza que los elementos que lo conforman actúan de manera eficiente, tanto en el sistema hidráulico y disco del freno delantero, como en el tambor del freno trasero.

6.2.2 EN RUTA PARA EL SISTEMA DE TRACCIÓN

a. AUTONOMÍA

En la figura 6.8 se muestra las pruebas de la motocicleta en los patios de la institución, por lo cual resulta imprescindible mencionar que la autonomía está directamente relacionada con las características de la batería.

Al no emplear las masas energéticas descritas en la selección de baterías, es necesario realizar el cálculo de la autonomía con las baterías elegidas para el proyecto.

Matemáticamente se usa la siguiente ecuación

$$\text{Tiempo de Autonomía} = \frac{\text{Carga (Ah)}}{\text{I carga (A)}} * \frac{(V \text{ flotación} - V \text{ mín})(v)}{V \text{ flotación (v)}}$$

Ec. 6.1 Autonomía de motocicleta⁵

⁵ Tutillo Taipe, J. O. (2014). Diseño y construcción del tren motriz de una Motocicleta Eléctrica Plegable. (Tesis pregrado inédita). Departamento de Energía y Mecánica. Universidad de Las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga.

Dónde:

$$Carga (Ah) = 80$$

$$I \text{ Carga (A)} = 6$$

$$V \text{ flotación (v)} = 51,2 \text{ (12,8 v cada batería)}$$

$$V \text{ min (v)} = 43 \text{ (10,75 v cada batería)}$$

$$\textit{Tiempo de Autonomía} = \frac{80 (Ah)}{6 (A)} * \frac{(51,2 - 43)v}{51,2 v}$$

$$\textit{Tiempo de Autonomía} = 2,13 h$$

Según las normas europeas de conducción, para obtener 70 km de autonomía en ciclo urbano se deberán realizar 7,25 ciclos de conducción.

Considerando que se mantenga una velocidad constante de 35 km/h, el tiempo necesario para cubrir los 70 km, es de 2 horas. Se logra el objetivo considerando además que el sistema de control de la automatización opera otro sistema de alimentación, razón por la cual no interfiere en la autonomía de la motocicleta. Sin embargo se realizaron dos pruebas para verificar los datos mencionados.

En pruebas de campo realizadas en el patio de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, extensión Latacunga, se obtienen los siguientes resultados.



Figura 6.8 Pruebas en los patios de la institución
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

Tabla 6.3 Autonomía por fases

	Fase Inicial	Fase 2	Fase 3	Fase Final
Hora	14h00	14h40	15h20	16h00
Voltaje (v)	51,2	49,1	47	44,9

Elaborado por: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

Tras mantener una velocidad de 35 km/h durante dos horas las baterías han sufrido un desgaste de 6,3 voltios, lo que significa que cada batería tiene 11,25 v. Lo que implica que las baterías aun preservan energía, recordando que el valor mínimo de cada batería es de 10,75 v.

En la siguiente prueba de autonomía, se realizaron pruebas de campo durante tres días consecutivos en las principales avenidas del cantón Latacunga, tratando de ejemplificar los siete ciclos de conducción para obtener

una autonomía de 70 km/h, además se procuró tener una misma ruta, con el mismo conductor y a la misma hora.

En la siguiente tabla se tabulan los datos obtenidos, medidos cada 800 segundos del ciclo de conducción urbano y 400 segundos de ciclo de conducción interurbano.

Tabla 6.4 Comprobación de autonomía en ruta, fase 2

N°	REFERENCIA	DÍA 1					DÍA 2					DÍA 3				
		Hora	Vol	d	t	v	HORA	Vol	d	t	v	HORA	Vol	d	t	v
				km	min	km/h			km	min	km/h			km	min	km/h
1	Latacunga, Sector Niágara	12:00:00	51,1	0	0	0	12:00:00	51	0	0	0,00	12:00:00	50,7	0	0	0,00
2	Ltga, Colegio Victoria Vásconez Cuvi	12:13:00	50,8	6,2	13	28,62	12:12:00	51	6,2	12	31,00	12:11:00	50,4	6,2	11	33,82
3	Ltga, Ciudadela Nueva Vida	12:20:00	50,6	4	7	34,29	12:21:00	50	4	9	26,67	12:19:00	50,2	4	8	30,00
4	Via Saquisilí, intersección autopista	12:34:00	49,4	6	14	25,71	12:33:00	49	6	12	30,00	12:33:00	49	6	14	25,71
5	Saquisilí, Tambillo	12:41:00	49,4	3	7	25,71	12:44:00	49	3	11	16,36	12:40:00	48,9	3	7	25,71
6	Saquisilí, Colegio Jorge Poveda	12:54:00	48,7	5	13	23,08	12:53:00	48	5,1	9	34,00	12:53:00	48,6	5	13	23,08
7	Saquisilí, Plaza Rocafuerte	13:02:00	48,5	2,8	6	28,00	13:00:00	48	3	7	25,71	13:01:00	48,4	2,8	8	21,00
8	Via San Felipe, intersección autopista	13:15:00	48,1	5,5	13	25,38	13:13:00	48	5,8	13	26,77	13:14:00	47,5	5,5	13	25,38
9	Ltga. La Calera	13:22:00	47,8	3	7	25,71	13:25:00	47	2,8	12	14,00	13:21:00	47	3	7	25,71
10	Ltga. La Maltería	13:36:00	47	6,7	14	28,71	13:37:00	47	6,5	12	32,50	13:36:00	46,1	6,7	15	26,80
11	Parada de buses interprovinciales	13:44:00	45,9	4,5	9	30,00	13:45:00	46	4,3	8	32,25	13:44:00	45,2	4,5	8	33,75
12	Ltga, Quito y Rafael Silva	13:56:00	44,6	7	13	32,31	13:54:00	45	7,2	15	28,80	13:56:00	44,3	7	12	35,00
13	Latacunga, Sector Niágara	14:06:00	44,2	4	8	30,00	14:11:00	44	3,5	11	19,09	14:05:00	43,6	4	9	26,67
			6,9	57,7	124	25,96		7	57,4	131	24,40		7,1	57,7	125	25,59

Elaborado por: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

En la figura 6.9 se muestra la descarga de las baterías en el ciclo urbano a medida que el tiempo va transcurriendo

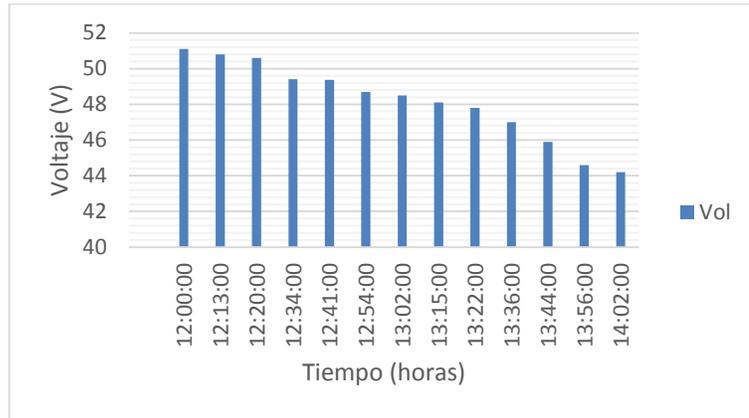


Figura 6.9 Voltaje vs tiempo
Elaborado por: Arias, De La Cruz, Tuttilo (2014).

El voltaje en las baterías decrece alrededor de 6 volteos en el transcurso de 2 horas.

De igual manera se puede visualizar en la figura 6.10 la variación de velocidad en función del voltaje existente.

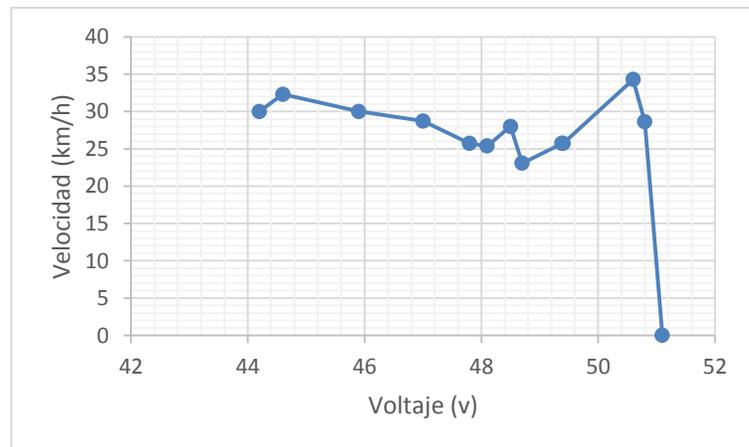


Figura 6.10 Voltaje vs velocidad
Elaborado por: Arias, De La Cruz, Tuttilo (2014).

Mientras mayor voltaje tengamos en el pack de baterías mayor velocidad lograremos alcanzar. Podemos generalizar que el voltaje es directamente proporcional a la velocidad.

b. VELOCIDAD

En la figura 6.11 se muestra la prueba de velocidad, la cual se ha desarrollado en las avenidas del cantón Latacunga, sector urbano. Considerando que para las distintas distancias el conductor sea el mismo y de igual manera la ruta.



Figura 6.11 Prueba en las calles de Latacunga
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

Además se realizó una prueba de salida en terreno plano, registrándose los siguientes datos:

Tabla 6.5 Velocidad de la motocicleta en ruta

Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	Velocidad (km/h)
500	49	10,20	36,73
200	20,5	9,76	35,12
100	10,5	9,52	34,29
50	5,5	9,09	32,73
PROMEDIO		9,64	34,72

Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

Se observa que la velocidad promedio es de 34,72 km/h aproximado a 35 km/h lo que cumple las expectativas del proyecto.

6.3 ANÁLISIS COMPARATIVO MOTOCICLETA ELÉCTRICA – GASOLINA

6.3.1 CONSUMO DE ENERGÍA

El análisis del consumo de energía de la motocicleta eléctrica se lo realiza comparándola con la motocicleta scooter JOY 150, la cual es de similares características al vehículo diseñado.

La motocicleta tipo scooter es muy utilizada en el país debido a la versatilidad de conducción en perímetro urbano.

Se extrae de la tabla 3.7⁶ datos de relevancia, que permitan determinar parámetros de comparación.

⁶ Tutillo Taipe, J. O. (2014). Diseño y construcción del tren motriz de una Motocicleta Eléctrica Plegable. (Tesis pregrado inédita). Departamento de Energía y Mecánica. Universidad de Las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga.

- Tipo de motor 4 tiempos,
- Recorrido 150 Km/gal
- Cilindrada 150 cc
- Compresión 8:1
- Alimentación Carburador

El combustible extra fue el considerado como combustible de comparación.

Tabla 6.6 Precios oficiales y octanaje de combustibles

COMBUSTI BLE	USD/gal	Octanaje
EXTRA	1.48	87
SUPER	2.10	92

Fuente: El Universo

En este caso para el vehículo utilizado se tiene:

Recorrido (70 Km) = 70 Km * 1,48 (USD)/150 Km

Recorrido (70 Km) = 0,70 (USD)

En cuanto al consumo de energía eléctrica se presenta los datos oficiales

Tabla 6.7 Precios oficiales kilowatio hora

ENERGÍA	KWH	PRECIO (\$)
ELÉCTRICA	1	0,08

Fuente: ELEPCO

Para un recorrido de 70 km, se emplea 13,3 Kwh con la motocicleta eléctrica

$$\text{Recorrido (70 km)} = 13,3 \text{ kWh} * 0,08(\text{USD})/1 \text{ kWh}$$

$$\text{Recorrido (70 km)} = 1,06 \text{ (UDS)}$$

6.3.2 IMPACTO AMBIENTAL Y TRANSITO

MONÓXIDO DE CARBONO

El monóxido de carbono también denominado óxido de carbono, gas carbonoso y anhídrido carbonoso cuya fórmula química es CO, es un gas inodoro, incoloro y altamente tóxico. Puede causar la muerte cuando se respira en niveles elevados.

La principal fuente de emisión del monóxido de carbono se produce en el sector del transporte debido a la combustión incompleta de gas, petróleo, gasolina, carbón y aceites

En la siguiente tabla 6.8 se muestra los límites de Emisiones permisibles de motocicletas en el país, durante una prueba dinámica con velocidad máxima de 120 Km. /h.

Tabla 6.8 Limite de Emisiones para motocicletas

Desplazamiento	CO (g/Km)	HC (g/Km)	NOx (g/Km)
< 150 cm ³	2,0	0,8	0,15
≥ 150 cm ³	2,0	0,3	0,15

Fuente: Reglamento técnico ecuatoriano - INEN 136

Tomando en cuenta estos límites, se analizó los efectos de contaminación debido a las emisiones de 1281 motocicletas las cuales constan en la Agencia Nacional de Transito Latacunga durante el año 2013.

El siguiente cálculo muestra la cantidad de monóxido de carbono (CO) producida por el total de las motocicletas en cada kilómetro transitado.

$$CO_{km} = 1281u \times 2,0 \frac{g}{km}$$

$$CO_{km} = 2562 \frac{g}{km}$$

Asumiendo que cada motocicleta rodara 22 km al día tenemos:

$$CO_{día} = 2562 \frac{g}{km} \times 22 km$$

$$CO_{día} = 56364 g$$

Si esta cantidad de monóxido de carbono sigue aumentando podría ocasionar problemas de salud, es así como el presente proyecto al ser una motocicleta eléctrica permitirá que estos niveles de contaminación no sigan creciendo.

TRÁNSITO

Otro problema en la ciudad de Latacunga (Cotopaxi) es el tránsito vehicular el cual se debe a que hay demasiados autos y las calles son estrechas, además existen 40 unidades de la compañía Citulasa y 60 unidades de la cooperativa de buses Sultana Cotopaxi las cuales dificultan el tránsito en varios tramos de la ciudad.

La congestión se da especialmente en el centro de la ciudad al mediodía y el sábado que es día de feria, lo cual hace difícil la circulación vehicular y peatonal.

Un transporte alternativo que sea ágil, económico y no contaminante como el que se presenta en este proyecto podría dar solución a la gran problemática de tránsito existente en la ciudad, el cual serviría para movilizarse con facilidad por las calles siendo esto favorable para la congestión.

6.3.3 ESTACIONAMIENTO

En la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi, el área de aparcamiento en el zona destinada es de 4 x 3 metros para autos, y 1 x 3 metros para motocicletas mostrado en la figura 6.12.



Figura 6.12 Espacio de aparcamiento en Latacunga
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

Se ha medido la distancia de borde a borde en las dos fases de la motocicleta y se determina que existe un ahorro de espacio del 30%.

A continuación en la figura 6.13, se puede visualizar la motocicleta en los parqueaderos de la zona urbana de la ciudad de Latacunga.



Figura 6.13 Estacionamiento de la motocicleta
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

6.4 INTERPRETACIÓN Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS.

El criterio general de validación del diseño de la motocicleta eléctrica plegable es que el sistema y sus partes sean capaces de realizar el número de maniobras previstas sin fallar ni deteriorarse. En caso contrario, debe adoptarse un diseño alternativo y ensayarlo de nuevo.

PROTOCOLO DE PRUEBAS										
CLIENTE: _____ PROYECTO: _____ EVALUADORES: _____ _____ _____	 <small>MOTOCICLETA ELÉCTRICA PLEGABLE</small>	FECHA: _____								
1 VERIFICACION DE LAS DIMENSIONES PRINCIPALES										
DIMENSIONES PRINCIPALES										
	DIMENSIONES [mm]				ACEPTACION					
	DISEÑO	PROTOTIPO	SI	NO						
LARGO TOTAL										
ANCHO TOTAL										
ALTURA TOTAL										
2 VERIFICACION DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES										
COMPONENTES PRINCIPALES										
ELEMENTO	FUNCIONAMIENTO									
	BUENO	REGULAR	MALO							
SISTEMA DE TRANSMISION										
SISTEMA DE PLEGADO										
SISTEMA DE CONTROL										
3 VERIFICACION DEL FUNCIONAMIENTO										
MOTOCICLETA ELÉCTRICA PLEGABLE										
TIEMPO [min]	ACCIONAMIENTO SISTEMA MOTRIZ		DIRECCIÓN		BATERÍAS		DEZPLAZAMIENTO		FRENAR	
	F	NF	F	NF	F	NF	F	NF	F	NF
15 - 30										
30 - 60										
SISTEMA PLEGADO										
FASES	ELEVACIÓN		PIN		APERTURA		AUTOMATIZACIÓN			
	F	NF	F	NF	F	NF	F	NF	NF	
PLEGADO										
DESPLGADO										
F = FALLA NF = NO FALLA										
4 ACEPTACION										
SI <input type="checkbox"/>					NO <input type="checkbox"/>					

Figura 6.14 Protocolo de prueba
Elaborado por: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

Tras la exitosa finalización de la construcción del bastidor cumpliendo los objetivos propuestos se concluye que:

- Se fundamentó teóricamente temas relacionados con motocicletas eléctricas plegables.
- La existencia de una motocicleta eléctrica plegable ayudo a que los problemas de medio ambiente y transito existente en la ciudad de Latacunga no aumenten.
- Se diseñó y calculó el sitio donde se ubicarán los componentes de la motocicleta.
- Se implementó el bastidor y los accesorios que la motocicleta dispondrá
- Se identificó las ventajas y desventajas de los tipos de bastidores
- El bastidor apropiado para la motocicleta es el de tipo cuna simple
- Los conceptos para diseñar un bastidor ayudaron a construir una estructura que se adaptó a los requerimientos del proyecto
- Se modelo el bastidor mediante software CAD-CAE y se ensablo con los demás sistemas de la motocicleta.
- ANSYS Workbench es un programa que trabaja con elementos finitos y permitió realizar pruebas en el bastidor para garantizar que el mismo no fallará en los peores casos de manejo

- La construcción de una motocicleta eléctrica plegable mejoró el sistema de aparcamiento existente en la ciudad de Latacunga
- Se validó el proyecto con personas que conocen del tema

7.2 RECOMENDACIONES

El presente proyecto se desarrolló mediante una exhausta investigación en el tema por lo que se puede recomendarlo siguiente:

- Para seleccionar el tipo de bastidor a construir es muy importante definir las necesidades del proyecto
- Diseñar el bastidor mediante un software que permita tener una visión previa del objetivo al que se desea llegar
- Tener todas las precauciones del caso en la fase de construcción al ocupar herramientas de corte, esmerilado y soldadura
- Reforzar los puntos críticos en los cuales el bastidor es propenso a ruptura según lo indique el programa de diseño
- Realizar cordones de soldadura de alta calidad que brinden un factor de seguridad confiable

BIBLIOGRAFÍA

- Cano Corbalán, J. (2013). Diseño y fabricación de un chasis de una motocicleta de 125cc 2T para la competición internacional Motostudent. Cartagena: Tesis Ingeniería mecánica - Universidad Politécnica de Cartagena.
- Delgado, J. (2009). Diseño y construcción de una motocicleta deportiva. Bucaramanga; Ingeniería Mecánica - Facultad de Ingenierías Físico - Mecánicas de la Universidad Industrial de Santander.
- Patxi Vergara, C. (2011). Modelado, Análisis Y Simulación De Un Chasis De Motocicleta, Madrid; Tesis Ingeniería Técnica Industrial Mecánica - Universidad Carlos III de Madrid, Departamento De Ingeniería Mecánica.
- Robert L. Mott. (2006). Diseño de Elementos de Maquinas (4ta ed.). Culhuacán; Pearson Educación.
- Tony, F. (2003). Motocicletas Comportamiento Dinámico y diseño de chasis, Madrid; Tony Foale.

NETGRAFÍA

- Chasis de Motocicletas
<http://www.bottpower.com/>: [Citado el 01/04/2014]
- Diseños con Software Cad
<https://grabcad.com/>: [Citado el 25/03/2014]
- Soldadura manual (MMA/SMAW)
<http://www.esab.es/es/sp/education/proceso-mma-smaw.cfm> :
[Citado el 04/01/2014]
- Electrodo para Soldar Aceros al Carbono
<http://www.weldingcutting.com/pdf/CELAC6011.pdf> :
[Citado el 15/02/2014]
- Dimensiones del tubo estructural - DIPAC
http://www.dipacmanta.com/alineas.php?ca_codigo=1302
[Citado el 20/07/2014]

ANEXOS

ANEXO 1. PROTOCOLO DE PRUEBA

PROTOCOLO DE PRUEBAS

CLIENTE: UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA

PROYECTO: MOTOCICLETA ELÉCTRICA PLEGABLE

EVALUADORES: ING. MIGUEL CARVAJAL

ING. STALIN MENA



MOTOCICLETA ELÉCTRICA PLEGABLE

FECHA: 19/07/2014

1 VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES PRINCIPALES

DIMENSIONES PRINCIPALES				
	DIMENSIONES [mm]		ACEPTACION	
	DISEÑO	PROTOTIPO	SI	NO
LARGO TOTAL	2050	2060	X	
ANCHO TOTAL	900	907	X	
ALTURA TOTAL	1100	1105	X	

2 VERIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES

COMPONENTES PRINCIPALES			
ELEMENTO	FUNCIONAMIENTO		
	BUENO	REGULAR	MALO
SISTEMA DE TRANSMISION	X		
SISTEMA DE PLEGADO	X		
SISTEMA DE CONTROL	X		

3 VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

MOTOCICLETA ELÉCTRICA PLEGABLE										
TIEMPO [min]	ACCIONAMIENTO SISTEMA MOTRIZ		DIRECCIÓN		BATERÍAS		DEZPLAZAMIENTO		FRENAR	
	F	NF	F	NF	F	NF	F	NF	F	NF
15 - 30		X		X		X		X		X
30 - 60		X		X		X		X		X

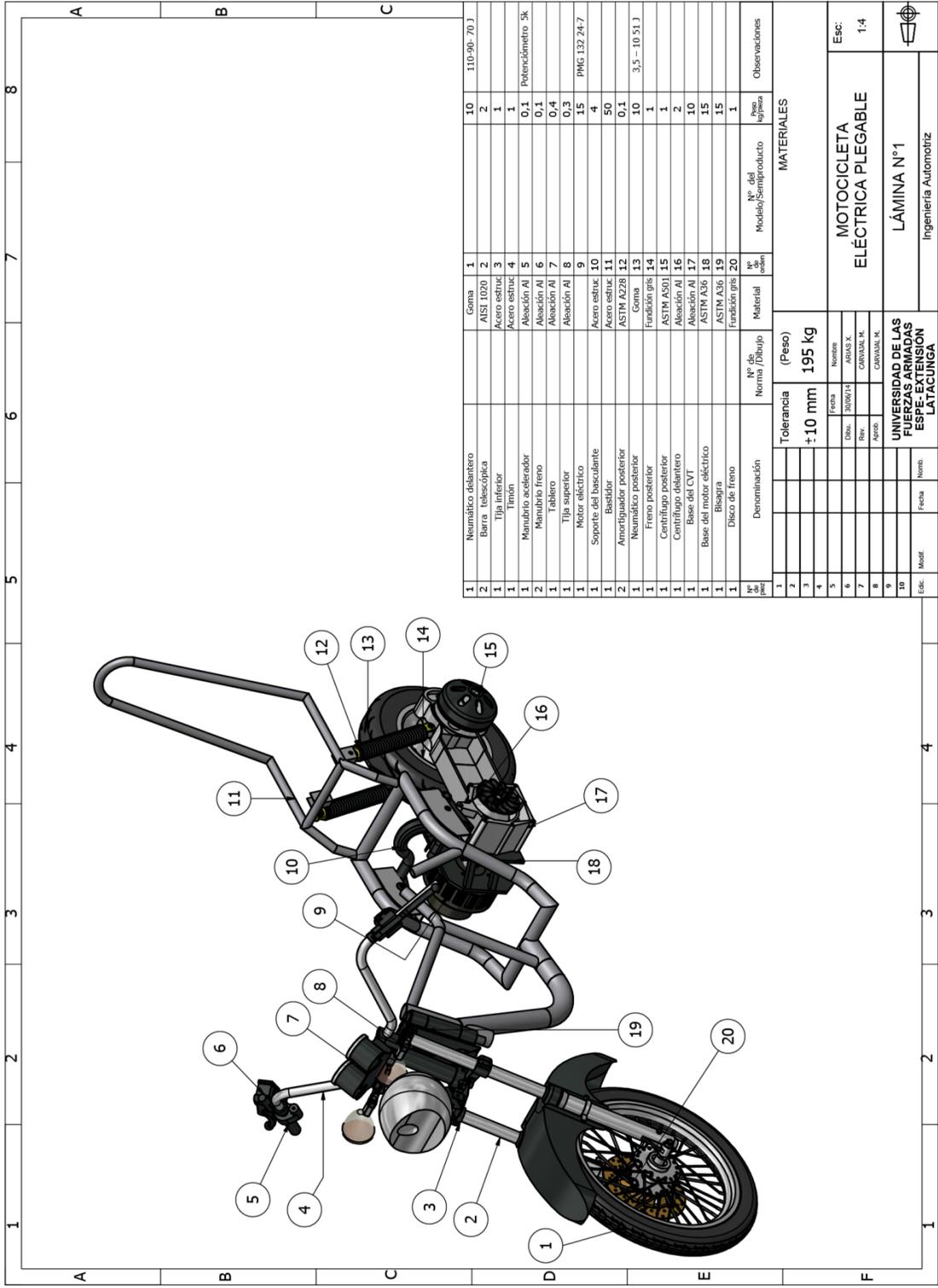
SISTEMA PLEGADO								
FASES	ELEVACIÓN		PIN		APERTURA		AUTOMATIZACIÓN	
	F	NF	F	NF	F	NF	F	NF
PLEGADO		X		X		X		X
DESPLEGADO		X		X		X		X

F = FALLA
NF = NO FALLA

4 ACEPTACIÓN

SI NO

ANEXO 2. PLANOS

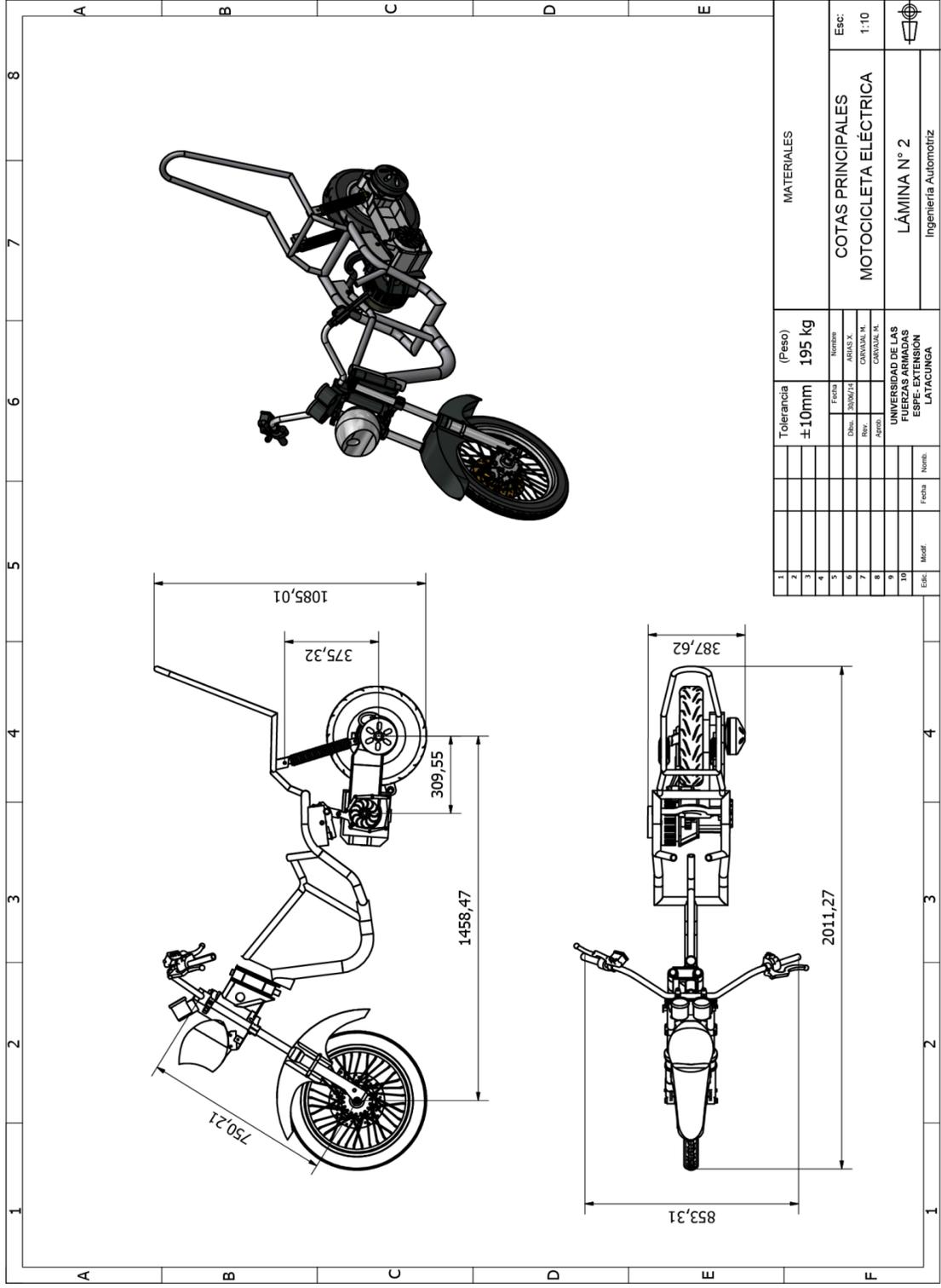


Nº de pieza	Denominación	Nº de Norma /Dibujo	Nº de orden	Materiales	Nº del Modelo/Semiproducto	Observaciones
1	Neumático delantero		1	Goma		110-90-70 J
2	Barra telescópica		2	Acero estruc		
3	Tija inferior		3	Acero estruc		
4	Timón		4	Acero estruc		
5	Manubrio acelerador		5	Alaación Al		Polenómetro 5K
6	Manubrio freno		6	Alaación Al		0,1
7	Tablero		7	Alaación Al		0,4
8	Tija superior		8	Alaación Al		0,3
9	Motor eléctrico		9	PMG 132 ZH-7		15
10	Soporte del basculante		10	Acero estruc		4
11	Basididor		11	Acero estruc		50
12	Amortiguador posterior		12	ASTM A228		0,1
13	Neumático posterior		13	Goma		10
14	Freno posterior		14	Fundición gis		1
15	Centrifugo posterior		15	ASTM A501		1
16	Centrifugo delantero		16	Alaación Al		2
17	Base del CVT		17	Alaación Al		10
18	Base del motor eléctrico		18	ASTM A36		15
19	Bisagra		19	ASTM A36		15
20	Disco de freno		20	Fundición gis		1

Tolerancia (Peso)		MATERIALES	
± 10 mm	195 kg		
Fecha	Nombre		
20/05/14	ALBA X		
Fecha	Nombre		
	CRIVALLA X		
Fecha	Nombre		
	CRIVALLA X		

Esc:	1:4
MOTOCICLETA ELÉCTRICA PLEGABLE	
LÁMINA N°1	
Ingeniería Automotriz	

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPÉ-EXTENSIÓN LATACUNGA



1		2		3		4		5		6		7		8		9		10																			
Tolerancia																				(Peso)		195 kg		MATERIALES		COTAS PRINCIPALES											
±10mm																				Nombre		COTAS PRINCIPALES		MOTOCICLETA ELÉCTRICA													
Fecha																				ARJAS X.		Esc:		1:10													
Dibu. 20/02/14																				CURVAJAL N.		UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE- EXTENSIÓN LATACUNGA		LÁMINA N° 2													
Rev.																				CURVAJAL N.		Ingeniería Automotriz															
Aprob.																																					
Escala																				Fecha		North:															

**ANEXO 3. MOTOS REGISTRADAS EN LA AGENCIA NACIONAL DE
TRANSITO - LATACUNGA DURANTE EL AÑO 2013**

P	Q	R	S
*CERTIFICACION POR EL DIRECTOR EJECUTIVO	0	0	0
*DUPLICADO DE CITACIONES	0	0	0
*DUPLICADO DE MATRICULA POR PERDIDA (M)	122	127	986
DUPLICADO DE MATRICULA POR CAMBIO DE F	572	712	50
DUPLICADO DE MATRICULA POR CAMBIO DE F	317	31	26
DUPLICADO TRAS PASO DOMINIO MATRICULA	19	26	5
PERDIDA, DESTRUCCION O ROBO DE PLACAS V	0	0	0
PERDIDA, DESTRUCCION O ROBO DE PLACAS N	0	0	0
MATRICULAS PROVISIONALES	1	1	1
MATRICULAS MOTOS REPLAQUEO	7	4	3
UNIDAD DE CARGA INTERNACIONAL	0	0	0
MATRICULAS VEHICULARES TASAS : (SRI)			
VEHICULOS NUEVOS PARTICULARES	126	84	161
VEHICULOS NUEVOS SERVICIO PUBLICO (5 AÑ	30	41	28
MOTOCICLETAS NUEVAS PARTICULARES Y OTR	81	74	24
MOTOCICLETAS NUEVAS PARTICULARES Y OTR	4	45	94
MOTOCICLETAS NUEVAS PUBLICO Y COMERCI	0	0	0
	85	119	124
RENOVACION QUINQUENAL DE MATRICULA V	1	2	5
RENOVACION QUINQUENAL DE MATRICULA M	0	0	1
CAMBIO DE SERVICIO PARTICULAR A PUBLICO	62	56	137
MOTOCICLETAS PARA CAMBIO DE SERVICIO D	0	0	0
CAMBIO DE SERVICIO DE PUBLICO A PARTICUJ	27	17	18
MOTOCICLETAS PARA CAMBIO DE SERVICIO D	0	0	0
RENOVACION QUINQUENAL MATRICULA VEHI	38	23	91

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por el Señor *Angel Xavier Arias Perez* bajo mi supervisión.

Ing. MIGUEL CARVAJAL

DIRECTOR

Ing. STALIN MENA

CODIRECTOR

Ing. JUAN CASTRO

DIRECTOR DE LA CARRERA

Dr. FREDDY JARAMILLO CHECA

SECRETARIO ACADÉMICO